UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E.I.S.M.V.)



ANNEE 2012 **N° 1**

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA CONFORMITE DU LAIT SEC MICROCONDITIONNE AUX PRESCRIPTIONS REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES AU SENEGAL : Dakar

THESE

Présentée et soutenue publiquement **le 08 Février 2012** à **16 heures** devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar pour obtenir le Grade de

DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Par :

Prisca Marlène MAKAMBALA N'DEKE

Né le 01 Juillet 1986 à Brazzaville (République du Congo)

JURY

PRESIDENT:	**M. Yérim DIOP**	**Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar**
DIRECTEUR ET RAPPORTEUR DE THESE:	**M. Malang SEYDI**	**Professeur à L'EISMV de Dakar**
MEMBRE:	**M. Yalacé KABORET**	**Professeur à l'EISMV de Dakar**



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERNAIRES DE DAKAR

BP 5077 - DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 33 865 10 08 - Télécopie (221) 825 42 83

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR

- **Professeur Louis Joseph PANGUI**

LES COORDONNATEURS

- **Professeur Germain Jérôme SAWADOGO**

Coordonnateur des Stages et de la Formation Post – Universitaires

- **Professeur Moussa ASSANE**

Coordonnateur des Etudes

Année Universitaire 2010 - 2011

Année Universitaire 2010 – 2011

PERSONNEL ENSEIGNANT

- ☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

- ☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

- ☞ **PERSONNEL EN MISSION (PREVU)**

- ☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Professeur

S E R V I C E S

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Mr Bernard Agré KOUAKOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Claire Brice Valery SENIN	Moniteur

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Maître Assistant
Mr Abdoulaye SOUMBOUNDOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Mouhamadou KONE	Moniteur

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Adrien MANKOR	Assistant
Mr PUEJEAN	Assistant
Mr Sionfoungo Daouda SORO	Moniteur

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maître - Assistant
Mr Adama FAYE	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur

Mr Adama SOW Assistant

Mr Kalandi MIGUIRI Docteur Vétérinaire Vacataire

Mr Dieudonné TIALLA Moniteur

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU Professeur

Simplice AYSSIWEDE Assistant

Mr Jean de Capistan ZANMENOU Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

S E R V I C E S

1. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Serigne Khalifa Babacar SYLLA Assistant

Bellancille MUSABYEMARIYA Assistante

Mr Luc LOUBAMBA Moniteur

Mr Abdoulaye DIEYE Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO Professeur

Rianatou BADA ALAMBEDJI Professeur

Philippe KONE Maître Assistant

Mr Passoret VOUNBA Docteur Vétérinaire Vacataire

Mr Mathias Constantin YANDIA Moniteur

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI Professeur

Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant
Mr Ziekpoho COULIBALY	Moniteur

4. **PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE**

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghouba KANE	Maître de conférence agrégé
Mireille KADJA WONOU	Assistante
Mr Mathioro FALL	Moniteur
Mr Karamoko Abdoul DIARASSOUBA	Moniteur
Mr Médoune BADIANE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Dr Gilbert Komlan AKODA	Maître Assistant
Assiongbon TEKO AGBO	Chargé de recherche
Abdou Moumouni ASSOUMY	Assistant

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur Yalacé Yamba KABORET

S E R V I C E S

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF	Documentaliste

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR	Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ÉLEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

Mlle Aminata DIAGNE	Assistante
Mr Théophraste LAFIA	Vacataire
Mr Ainsley LICKIBI	Moniteur

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG	Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie UCAD

2. BOTANIQUE

Dr Kandioura NOBA	Maître de Conférences (**Cours**)
Dr César BASSENE	Assistant (**TP**) Faculté des Sciences et Techniques UCAD

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME	Maître -Assistant Institut de Science de la Terre (I.S.T.)

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG	Docteur Ingénieur ; ENSA-THIES
Alpha SOW	Docteur vétérinaire vacataire PASTAGRI
El Hadji Mamadou DIOUF	Docteur vétérinaire vacataire

SEDIMA

5. H I D A O A:
Malang SEYDI | Professeur

6. **PHARMACIE-TOXICOLOGIE**

Amadou DIOUF | Professeur
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

7. **MICROBIOLOGIE – IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE INFECTIEUSE**

Justin Ayayi AKAKPO | Professeur

Pape Serigne SECK | Docteur Vétérinaire
I S RA - Dakar

PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

1. TOXICOLOGIE CLINIQUE

Abdoulaziz EL HRAIKI — Professeur
Institut Agronomique et Vétérinaire
Hassan II (Rabat) Maroc

2. REPRODUCTION

Hamidou BOLY — Professeur
Université de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

3. PARASTILOGIE

Salifou SAHIDOU — Professeur
Université Abovo- Calavy (Bénin)

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1. MATHEMATIQUES

Abdoulaye MBAYE — Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. PHYSIQUE

Amadou DIAO — Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ **Travaux Pratiques**

Oumar NIASS — Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. CHIMIE ORGANIQUE

Aboubacary SENE	Maître-Assistant
	Faculté des Sciences et Techniques
	UCAD

4. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP	Maître de Conférences
Mame Diatou GAYE SEYE	Maître de Conférences
	Faculté des Sciences et Techniques
	UCAD

⌘ **Travaux Pratiques de CHIMIE**

Assiongbon TECKO AGBO	Attaché de recherche
	EISMV – DAKAR
Momar NDIAYE	Maître - Assistant
	Faculté des Sciences et Techniques
	UCAD

5. BIOLOGIE VEGETALE

Dr Aboubacry KANE	Maître-Assistant (**Cours**)
Dr Ngansomana BA	Assistant Vacataire (**TP**)
	Faculté des Sciences et Techniques
	UCAD

6. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
	EISMV – DAKAR

7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Malick FALL	Maître de Conférences
	Faculté des Sciences et Techniques
	UCAD

8. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE	Professeur EISMV – DAKAR

9. ANATOMIE COMPAREE

DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA	Professeur Faculté des Sciences et Techniques UCAD

10. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé EISMV – DAKAR
Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant EISMV – DAKAR
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant EISMV – DAKAR

11. GEOLOGIE :

⌘ **FORMATIONS SEDIMENTAIRES**

Raphaël SARR	Maître de Conférences Faculté des Sciences et Techniques UCAD

⌘ **HYDROGEOLOGIE**

Abdoulaye FAYE	Maître de Conférences Faculté des Sciences et Techniques UCAD

12. CPEV

⌘ **Travaux Pratiques** Mr Ainsley LICKIBI — Moniteur

DEDICACES

Au tout puissant Dieu le père

Je ne cesserai de te louer et de t’adorer en me prosternons sous ton trône, merci de ton amour, de ton souffle de vie que tu renouvelles en moi ainsi qu’à ma famille, toi qui par ton esprit saint tu me libères de moi-même afin que ta Foi grandisse en moi. Merci encore et que l’honneur et la gloire te reviennent.

- **A ma grand-mère AYOUKA Margueritte** : Je ne sais quoi te dire si ce n’est que tu me manques énormément que je t’aime. Que le bon Dieu par sa miséricorde t’accorde plus d’années sur terre.

- **A mon père MAKAMBALA N’DEKE Pierre** : Tu as été pour moi un exemple, ton intelligence, ton pacifiste fait de toi un homme sans pareil. Ce travail n’est rien d’autre le fruit de tant d’années d’efforts que tu m’as consacré et retrouve dans cet œuvre tout ce que je n’ai pas su te dire, je t’aime pour le meilleur et pour le pire. Merci encore saches que suis fière de toi et de porter ce nom.

- **A ma mère OBEMBO Elisabeth dit Obélise** : Quand je pense et lorsque je prie pour toi, j’ai toujours des larmes aux yeux, maman suis ravie d’être le fruit de tes entrailles, tu es une femme respectueuse, indépendante, dynamique plein d’amour et qui a cet esprit de partage. Il a fallut que je sois loin de toi pour me rendre compte que tu es exceptionnelle. Merci de tout cœur.

Papa & maman

Merci pour l’éducation, vous m’avez toujours appris que ‘’ l’amour de soi sans être toujours coupable, est de là où part tout mal ’’ Merci et je vous aime.

- **A mon oncle EKANDZI André** : Pour ton amour et ton soutien inconditionnel.

- **A mon oncle NGONGO Rufin** : Pour ton soutien et les services multiformes que tu n’as cessé de m’accorder, à travers ce travail je témoigne toute ma gratitude. Je te serai reconnaissante tout le long de mon existence.

- **A mon oncle NGONGO Pie XII** : Toi qui a toujours cru en moi. Je considère que ce travail est le fruit de tes bénédictions.

- **A ma marraine EVANS** : Tu es pour moi une seconde mère. En toi j’ai appris beaucoup de choses.

- **A EKANDZI Nilce** : Tu es mon fils, mon parent, mon ami. Merci de m’avoir montré le bon chemin en m’ouvrant ton cœur, pour ta franchise et pour ton amour. Ce travail est aussi le tien. Je t’aime

- A tous mes frères et sœurs**: Guy, Davy, Deste, Audrey, Juliana, Claudia, Michael, Rovann, Hillary, Betty.** Vous m'aviez toujours soutenu durant les moments pénibles : je tiens à vous dire combien j'ai été choyée de faire partie de cette adorable famille.

A nos regrettés

& à tous les disparus de la famille

Que la terre vous soit légère et que Dieu vous accueille dans son paradis éternel.

REMERCIEMENTS

Je bénéficie de l'opportunité qui m'est offerte pour remercier et exprimer ma gratitude à tous ceux de loin ou de près, d'une manière ou d'une autre m'ont soutenu afin d'arriver à la réalisation de ce travail.

- ✓ A toute ma famille paternelle et maternelle.
- ✓ A ma petite maman **EGOMBO Nadège.**
- ✓ A **EKANDZI Stève** : Pour ton soutien et ton amour
- ✓ A madame **TAVOUNKA** : Merci pour ton amour
- ✓ A maman **AKINDOU Madeleine**
- ✓ A la famille **MBOUSSA**
- ✓ A **Mavie OSSETE**
- ✓ A maman **Roseline** & **Chris ELONDA**
- ✓ A **ELEMBA Michaëlle, POOS Michaël**, ainsi qu'à **BOUKA Rostand**, Merci d'avoir partagé avec moi nos jeux d'enfance.
- ✓ A **BAKOUA Liziane** : Tu es une personne serviable et disponible, tu m'as beaucoup aidée et soutenue.
- ✓ A **MBONGUI Valérie**
- ✓ A mon bien aimé **GANKOUE DZON Gervais Léonce** : je ne sais si je saurai trouver les mots justes pour exprimer ma gratitude. Tu m'as toujours encouragé dans mes projets. En toi il ya plus des choses à admirer qu'à mépriser. Merci pour ta générosité, ton amour, ta compréhension. Ce travail est aussi le tien.

- ✓ A mon meilleur ami **BALHAT Sergil** : Merci pour ton amitié et ton honnêteté
- ✓ A mon amie **ELENGA Emie Andrée**

- ✓ Au couple **M'PIKA Arsène** : Merci pour vos conseils
- ✓ A notre petite belle **M'PIKA Ayden dit zozo** : tu nous as tous fait rêvé
- ✓ A **KIMINOU Lezdo** dit maître **BIGOUA**
- ✓ A mon frère **ONDZIEL Stève** et sa petite famille
- ✓ A monsieur **Gaston**
- ✓ Au couple **GANKOUE - DZON Rufin**
- ✓ A **LICKIBI Ainsley et MABEKI Richard** merci encore pour ses moments passés dans la pression de l'EISMV, mais malgré cette pression, de par votre humour vous aviez toujours su comment abaisser mon adrénaline
- ✓ A **Luc-Hardy** : tu as été ma première expérience, j'ai eu du plaisir à te changer les couches, choses que je pensais avoir du mal.
- ✓ Au professeur **PANGUI Louis Joseph** : directeur à l'EISMV
- ✓ Au professeur **SEYDI Malang** : qui nous a permis de présenter ce travail.
- ✓ Au docteur **SYLLA KHALIFA**
- ✓ A tout le personnel du laboratoire d'**H.I.DA.O.A**.
- ✓ A tout le corps enseignant de l'**E.I.S.M.V.**
- ✓ A madame DIOUF, bibliothécaire à l'**E.I.S.M.V.**

- A tous les membres de l'**A.E.V.C.**
- A tous les étudiants de l'**A.E.V.D.**
- A tous les apprenants du master II en Qualité des Aliments de L'homme.
- A la 38eme promotion, promotion du feu **Malick DIA**, merci à tous mes camarades, ce fut un plaisir de vous rencontrer et de partager avec vous ses 5 années de stress mais également de joie (baptême de promotion). Et à notre professeur accompagnateur, Monsieur KABORET pour tous ses sacrifices consentis.
- A tous les membres de la **connaissance parfaite** : **EKOU Dora, DOUMANA Joé, NSOUARI Stève**, **MISSOKO Richard**, c'est grâce à cette méthode que j'ai grimpé les différentes étapes de cette formation.
- **A SIKANGUENG Fidèle** : ta gentillesse et ton expérience m'ont aidé pour les travaux pratiques.
- A **mon fils Privat**.
- **A ELLENGA Princilia** merci pour le temps que tu as consacré pour moi.
- Aux docteurs **OSSEBI Walter** et **SY** merci pour vos conseils et votre disponibilité.
- A tous mes compatriotes : EKOU Dora, OYABA Bardèche, EYELETHIELE Stella, LIKABIABEKA Viviane, ANGANDZA Gaël, NSOUARI Stève, LOUBAMBA Luc, Orly, LICKIBI Ainsley, MISSOKO Richard, EBENGO Raïssa, MATEBILI Franck, DUSOM Ange, Mère Eugenie et à Djénaba BÂ.
- A mon pays le Congo.
- Au Sénégal, terre d'accueil.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et président du jury,

Monsieur Yérim DIOP, Professeur à la Faculté de médecine, de Pharmacie et d'Odonto-stomatologie de Dakar

"C'est un grand honneur que vous nous faites en acceptant spontanément de présider notre jury de thèse malgré vos multiples occupations.

Veuillez trouvez ici, l'expression de notre profonde reconnaissance ainsi que nos hommages respectueux."

A notre directeur et rapporteur de thèse, Monsieur Malang SEYDI,

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

"Le choix de votre personne en tant que Directeur de thèse a été largement motivé par votre réputation d'encadreur modèle. Vous avez inspiré et guidé ce travail avec la compétence et la rigueur scientifique, votre faculté de compréhension et d'ardeur au travail nous ont permis de travailler dans une atmosphère de confiance et de sécurité.

Ceci est une preuve de votre disponibilité constante et de vos immenses qualités humaines et intellectuelles.

Plus qu'un maître, vous avait été pour nous un père à travers vos sages conseils et vos critiques objectives.

Que le Dieu tout puissant, dans sa miséricordieux, vous bénisse et vous accorde une longue vie.

Veuillez recevoir ici nos vifs, sincères remerciements et profonde reconnaissance. Hommage respectueux et vive admiration.”

A notre Maître et juge,

Monsieur KABORET, professeur à l’E.I.S.M.V. de Dakar

Vous avez accepté avec beaucoup de spontanéité de juger notre travail. Votre amour de la rigueur et du travail bien fait nous ont marqué. Vous nous avez séduits par votre abord facile et votre grande disponibilité.
Votre qualité de membre de ce jury nous honore à plus d'un titre. Soyez assuré de notre profond respect et de notre sincère gratitude.

« Par délibération, la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie et l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar ont arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation, ni improbation »

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION

Le lait, premier aliment du nouveau né a une image d'aliment pur, équilibré, sain.

Le lait de vache, le plus utilisé pour la fabrication du lait en poudre, est un complément alimentaire majeur pour les enfants et les femmes, de par son apport en énergie, en protéines et en calcium. Son importance nutritionnelle n'est plus à démontrer car c'est un aliment parfaitement équilibré. Il peut remplacer la viande et l'œuf **(3).**

Avant la création d'unités laitières au Sénégal, l'ensemble des produits laitiers manufacturés était importé des pays européens. Si les produits laitiers à l'état liquide dominaient les importations dans les années 60, de nos jours, ce sont les laits en poudre qui occupent la première place.

Au Sénégal, la production laitière ne satisfait pas la demande. Pour couvrir les besoins de la population, environ 40.000tonnes de lait en poudre sont importées chaque année, dont une partie est reconditionnée **(28).**

Lorsque le lait sec est entier, il est consommé après reconstitution en lait liquide. Sous la forme de poudre de lait écrémé, il est employé pour la fabrication de crèmes glacées, de pâtes alimentaires, et des biscuiteries.

Le marché sénégalais du micro conditionnement de lait sec a longtemps été occupé par les commerçants détaillants qui achètent le lait en poudre en sac de 25kilogrammes et font le reconditionnement dans les petits sachets en plastique.

Après la dévaluation du franc C.F.A., la baisse du pouvoir d'achat des sénégalais, associée à la nécessité de garantir la qualité hygiénique du produit a fait que plusieurs firmes industrielles (exemple : NESTLE Sénégal, SATREC…) ainsi que des commerçants grossistes importateurs se sont inspirés de reconditionnement des commerçants détaillants et ont mis sur le marché une

gamme de produits (« VITALAIT[ND] », « LAICRAN[ND] », « GLORIA[ND] », …) en sachets de 25 à 26grammes environ.

Les caractéristiques physico chimiques du lait conditionnent celle du produit.

C'est dans le cadre de l'amélioration de cette qualité, que les autorités sénégalaises ont jugé nécessaire d'améliorer la réglementation qui doit être respectée par les conditionneurs. Un comité technique mis en place et piloté par l'Institut Sénégalais de Normalisation (ISN) qui est l'actuelle ASN (Association Sénégalaise de Normalisation a élaboré plusieurs normes dont la NS-03 001 fixant les limites des paramètres physico chimiques du lait et des produits laitiers **(25).**

Les conditionneurs doivent respecter cette norme pour prétendre à un produit de qualité

C'est dans cette optique que se place cette présente étude qui a pour objectif général:

« Evaluation de la conformité du lait sec micro conditionné aux normes Sénégalaises. »

De manière spécifique, il s'agira de :

- Juger de la conformité de ces produits trouvés sur le marché aux dispositions réglementaires et normatives ;
- Evaluer les caractéristiques physico-chimiques des différentes marques de laits secs ;
- Comparer les caractéristiques organoleptiques de ses quatre marques de laits en poudre.

Elle comporte deux parties :

- La première portera sur une synthèse bibliographique qui donnera un aperçu général sur les laits secs.
- La deuxième partie présentera sur l'étude expérimentale qui traitera du matériel ; des méthodes utilisées ainsi que les résultats obtenus et leur discussions et enfin de la conclusion et les recommandations.

PREMIERE PARTIE :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : GENERALITES SUR LE LAIT

I.1. DEFINITION

Le terme lait désigne le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement, il ne doit ni coloré, ni malodorant, et ne doit pas contenir d'espèces microbiennes pathogènes. **(11)**

Selon le Congrès international pour la Répression des fraudes alimentaires tenu à Genève 1909 : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » **(5)**

I.2. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES

I.2.1. La couleur

Le lait est un liquide blanc mat, opaque dû à des micelles de caséinates ou parfois bleuté ou jaunâtre du fait de béta-carotène ou de la lactoflavine contenus dans la matière grasse.

I.2.2. L'odeur

Elle est toujours faible et variable en fonction de l'alimentation de la femelle productrice.

I.2.3. La saveur

Elle est douceâtre, faiblement sucrée, en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose**(3).**

I.2.4. La viscosité

Elle est fonction de l'espèce :

- le lait est visqueux chez les monogastriques (Jument, ânesse, carnivores et femme)
- le lait est moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache).

I.2.5. Propreté physique

Un lait commercial doit être propre, donc dépourvu d'éléments physiques. Cette propreté s'apprécie par le test de qualitatif réalisé de la façon suivante :

- ✓ On dispose d'un filtre sur un entonnoir ou de disque de papier ou de la ouate comprimée dans une seringue filtre de 1/2litre ;
- ✓ On peut aussi utiliser un lactofiltreur ou pompe Van Doorn disposant d'une rondelle d'ouate comme filtre
- ✓ Les papiers filtres sont ensuite enlevés et comparés à une gamme de papier filtre témoins ou disque témoins ayant retenus des éléments figurés (saletés), chacun étant affecté d'une note. Les notes vont de 0 à 5 ou de 0 à 10. La cote ou la note la plus élevée est attribuée au lait le plus propre.

I.3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

I.3.1. Définition

Le lait est une émulsion (dispersion grossière) de matières grasses dans une solution colloïdale de protéines dont le liquide inter-micellaire est une solution vraie.

I.3.2. Densité

C'est le rapport de la masse volumique de lait sur la masse du même volume d'eau à 20°C

La densité moyenne du lait est comprise entre 1,030 et 1,033 à 20°C. Pour un lait individuel, cette densité est de 1,028 à 1,038.

La densité varie en fonction de la température et de la richesse en matière sèche. La mesure de la densité se fait à l'aide d'un aréomètre spécial ou thermo-lactodensimètre qui est réglé pour une température de 20°C.

I.3.3. Indice de réfraction

Il peut s'apprécier sur le lactosérum à l'aide d'un réfractomètre (oléoréfractomètre). Il varie de 38 à 40°C **(2)**, il diminue s'il y a mouillage, augmente s'il y a écrémage. L'indice de réfraction (insaturé) IND. 20 est de 1.3440 à 103485.

I.3.4. Point d'ébullition

L'ébullition propre du lait a lieu à 100°C, 15 à 100° voire 100°,55.

Cependant à une température voisine de 80 à 90°C, lorsqu'on porte le lait sur le feu, il ya montée du lait c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition**. (9)**

Pour bouillir le lait, il faut donc éliminer cette peau de lait.

I.3.5. Point de congélation ou température de Congélation ou point cryoscopique

Il est de l'ordre de -0,555°C (-0,54 à -0,56°C ou -0,51 à -0,55°C).

C'est à cette température qu'apparaissent les premiers cristaux de glace. Il est identique à celui du sérum sanguin et inférieur à 0°C.

Le point de congélation est spécifique du lait de chaque espèce, mais il est peu variable en fonction des conditions zootechniques. Il dépend surtout des éléments solubles contenus dans le lait, tels que le NaCl et le lactose. Le lait est isotonique au sang. De part et d'autre de la membrane mammaire, il ya le lait et le sérum. Les variations du lactose et du NaCl sont exprimées selon la loi de PORCHER par la constante moléculaire simplifiée de MATHIEU et FERRE, qui permet de mesurer les variations du point de congélation. Par exemple, quand il ya mouillage avec de l'eau, la fraude est non seulement décelée par l'abaissement des taux respectifs de lactose et de chlorure, mais également par l'abaissement du point cryoscopique. Par conséquent, la mesure du point de congélation permet d'apprécier la quantité d'eau frauduleusement ajoutée au lait **(NF, V04- 205 de Janv. 1969 ; AFNOR, 1980 et FIL, 1983)** Il est de plus en plus utilisé pour déceler le mouillage. Le point cryoscopique se mesure soit par avec des thermomètres de haute précision (1/100e de degré) ou avec des appareils plus précis du type osmomètre (au 1/1000^{e}de degré). Le mouillage élève le point cryoscopique en direction de zéro degré.

La mesure du point cryoscopique s'applique aussi au lait écrémé, l'écrémage ne modifiant pas le point de congélation. Par contre, l'acidification du lait ou l'addition des sels minéraux abaisse le point de congélation.

I.3.6. pH ou Acidité actuelle

L'acidité actuelle s'apprécie par le pH et renseigne sur l'état de fraîcheur du lait. Le pH du lait est compris ente 6,4 et 6,8 et reste longtemps à ce niveau. Toutes valeurs situées en dehors de ces limites (6,4 et 6,8) indiquent un cas anormal ; d'où l'intérêt de cette connaissance pour le diagnostic des mammites.

Dans les mammites, le lait devient alcalin pH = 7,2 - 7,4. La mesure du pH du lait doit toujours se faire à la mamelle par un pH-mètre ou par la colorimétrie à l'aide des indicateurs colorés comme le bleu de bromothymol (BBT).

Cet indicateur est :

- bleu ou vert foncé à un pH alcalin : 6,9 à 9,5 ;
- jaune à un pH acide : 6,5 ;
- vert entre les deux, soit 6,6 <pH<6,8.

Autres valeurs de pH du lait :

- Lait de femme à la sortie de la mamelle : 7,5 ;
- Lait de chèvre à la sortie de la mamelle : 6,5 ;
- Lait de brebis à la sortie de la mamelle : 6,65(comparable à celui de la vache) **(10).**

I.4. RAPPELS SUR L'HISTOLOGIE DE LA MAMELLE D'UNE VACHE

I.4.1. HISTOLOGIE

Les mamelles sont formées de glandes sudoripares (exocrines) modifiés dites acini, parce que les culs de sacs sécréteurs sont arrondis comme des grains de raison ou acini.

Ces acini sont groupés en grappe, et leurs canaux excréteurs se rassemblent en un sinus galactophore qui se prolonge vers l'extrémité par les sinus ou citerne du trayon, puis par le canal du trayon. Les grappes d'acini sont maintenues par un tissu conjonctif traversé d'arborisation fibreuse assurant en même temps le maintien de la mamelle.

Vers la fin de la gestation, ces cellules glandulaires de type holocrine qui, après excrétion des produits élaborés tombent toute entière dans la sécrétion. Le lait, où l'on retrouve ses débris, est un liquide intracyplasmique. Ces cellules subissent des modifications caractéristiques, les préparant à la production du lait. Le lait ainsi élaboré dans la glande mammaire exercera une double activité :

- ✓ Synthèse de nombreux constituants : lactose, caséine
- ✓ Filtration des substances : eau, sels, albumine, globuline**(26).**

I.4.2. MECANISME DE PRODUCTION DE LAIT

La sécrétion lactée et l'excrétion du lait sont soumises à l'influence prépondérante d'une part d'un système hormonal et d'autre part d'un système nerveux.

I.4.2.1. L’action du système hormonal

Elle s’exprime sous l’effet de deux hormones, notamment la prolactine et l’ocytocine :

La première, d’origine ante- hypophysaire favorise la sécrétion lactée (hormone galactophore)

La seconde, d’origine post- hypophysaire règle l’excrétion du lait. Il s’agit d’une action hormonale réflexe, car elle est déclenchée lors de l’expulsion du placenta par l’interruption de la sécrétion d’œstrogènes qui inhibe l’effet de la prolactine et de l’ocytocine.

I.4.2.2. Le réflexe du système nerveux

Elle peut se traduire par le fait d’une excitation de la mamelle peut être déclenchée par voie nerveuse, la sécrétion de la prolactine ; de même des excitations du trayon lors de la tétée ou d’une quelconque excitation par voie nerveuse, provoque la libération d’ocytocine par la post hypophyse.

Cette ocytocine, en agissant sur les cellules myoépithéliales des acini et sur les éléments contractiles des conduits excréteurs, entraîne l’expulsion du lait**(26)**.

Tableau XV: Composition du lait de vache

CONSTITUANTS		Composition (g/litre)	Etat physique des composants
EAU		905	Eau libre (solvant) + eau liée (3.7%)
GLUCIDES	Lactose	49	Solution
LIPIDES		35	
	Matière grasse proprement dite	34	Emulsion de globules gras (3 à 5micromètre)
	Lécithine (phospholipides)	0.5	
	Partie insaponifiable (stérols, carotènes, tocophérols)	0.5	
PROTEINES		34	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0.08 à 0.12micromètre)
	Caséine	27	
	Protéines solubles (globulines, albumines)	5.5	Solution colloïdale
	Substances azotées non protéines	1.5	Solution vraie
SELS		9	Solution ou état colloïdal (P et Ca)
	Acide citrique	2	Sels de K, Ca, Na, Mg, etc.
	Acide phosphorique	2.6	
	Acide chlorhydrique (NaCl)	1.7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)		Traces	
Extrait sec (total)		127	
Extrait sec non gras		92	

ALAIS, 1984 (2)

Tableau XVI: Caractéristiques physiques du lait

Caractéristiques physiques	Valeurs
pH (20°C)	6,5 – 6,7
Acidité Titrable	15 – 18°D
Densité	1028 – 1036
Point de congélation	-0.51 – 0.55

Source **: ALAIS, 1984 (2)**

I.4.3. NATURE

Le lait est un mélange de substances que sont le lactose, les glycérides d'acides gras, les caséines, les protéines solubles (albumines et globulines), les sels et diverses autres substances qui se présentent sous forme de solution. Les proportions des constituants du mélange sont variables. Un état d'équilibre existe dans le lait et les actions diverses peuvent rompre cet équilibre. La dégradation du lactose par les bactéries sera à l'origine de la formation de l'acide lactique, ce qui aura pour conséquence l'acidification du milieu et par la suite la floculation des micelles de caséine.

Dans le lait, trois phases peuvent être distinguées :

- L'émulsion de la matière sous forme globulaire ;
- La suspension de caséine qui est liée sous forme de micelle ;
- La solution.

Le lait est donc un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en bêta carotène. Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne.

I.4.4. COMPOSITION

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères les éléments nécessaires à leur croissance et la multiplication cellulaire. Les micro-organismes existant dans notre environnement vont trouver dans le lait un milieu idéal pour leur développement.

Le lait de vache est une denrée qui s'altère très vite dans le milieu ambiant et doit pour cela, être transformé pour conserver toutes ses qualités. Cette transformation donne ainsi naissance à une large gamme de produits :

- Le lait liquide pasteurisé ou stérilisé, plus proche du lait cru ;
- Le lait concentré ;
- Les laits fermentés;
- Les crèmes ;
- Le beurre ;
- Le fromage
- Le lait en poudre sur lequel porte notre étude. **(18)**

I.4.5. ROLES DU LAIT

Le lait présente des qualités microbiologiques exceptionnelles pour la nutrition humaine. Comme l'œuf, il contient à lui seul tous les éléments nécessaires à la vie humaine. Pour la couverture des besoins journaliers de l'Homme, le lait est d'un apport précieux.

Un demi- litre de lait par jour permet de couvrir pour un adulte. **(21)**

- ✓ Plus de 20% des besoins en matières protéiques ;
- ✓ Plus de 60% de calcium
- ✓ 10% de thiamine (vitamine B_1) ;
- ✓ Environ 4% de riboflavine (vitamine B_2)
- ✓ 15% des besoins journaliers en calories et 16g de matières grasses.

Les protéines du lait sont parmi les plus nobles. Elles viennent juste après celles de l'œuf, avec une valeur biologique de 90.

Le lactose du lait entretient la flore intestinale lactique qui joue un rôle d'antibiotiques vis-à-vis des microbes pathogènes. Il joue également un rôle important dans l'absorption du calcium dont il constitue la source alimentaire principale.

L'assimilation du calcium est d'autant mieux assurée que le lait apporte en même temps du phosphore et de la vitamine D.

Le lait assure ainsi une triple sécurité à l'Homme : apport protéique, apport minéral et vitaminé. C'est l'aliment complémentaire par excellence des glucides apportés par les céréales et les tubercules.

Sans parvenir à remplacer le lait maternel, le lait de vache adapté peut parfaitement convenir aux nourrissons humains. Mais, pour l'adolescent il reste un des fondements irremplaçables de l'équilibre des rations durant la période de croissance.

Pour les femmes enceintes et les allaitantes dont les besoins en protéines (surtout en acides aminés essentiels) et en minéraux sont parfaitement accrus, le lait sera également un aliment de choix.

Un homme bien nourri est un homme à moitié sain. Il y a donc lieu d'encourager et de favoriser la consommation du lait et de ses dérivés, notamment parmi les couches vulnérables et défavorables de la population. **(22)**

Chapitre II : LE LAIT EN POUDRE

II.1. DEFINITION

Le lait en poudre ou lait sec, désigné réglementairement sous le terme de « lait totalement déshydraté »est le produit solide obtenu directement par l'élimination de l'eau du lait totalement ou partiellement écrémé, de la crème ou, d'un mélange de ces produits, et dont la teneur en eau est au plus égale à 5pour cent en poids du produit fini.

Cette dénomination évoque plusieurs types de lait en poudre :

a) Lait en poudre, lait entier en poudre, poudre de lait ou lait en poudre entier : le lait déshydraté contenant en poids 26pour cent de matières grasses.

b) Lait écrémé en poudre ou poudre de lait écrémé : le lait contenant au maximum 1,5pour cent de matières grasses.

c) Lait partiellement écrémé en poudre ou poudre de lait partiellement écrémé : le lait déshydraté dont la teneur en matière grasse est supérieure à 1,5pour cent et inférieure à 26pour cent en terme de poids.

d) Lait en poudre riche en matière grasse ; lait déshydraté contenant, en poids, au moins 24pour cent de matière grasse. **(12)**

Tableau XVII: Composition du lait en poudre. (%)

Composition	Constituants (%)					
Procédé	Eau	Matière grasse	Lactose	Matières azotées	Matières salines	Matière non grasse
Spray écrémé	3.5 - 4	1 - 1.5	50 - 52	34 – 37	9.5 - 10	94.5 - 95.5
Spray 26%	2 – 4	26	35 - 37	27 – 29	7.5- 8	70 – 72

Source : CROSSLEY E. L. (8)

II.2. HISTORIQUE DU LAIT EN POUDRE

Les micro-organismes ne pouvant pas se développer en l'absence d'eau, l'élimination quasi-totale de cet élément permet de conserver le lait pendant de longues périodes. L'élimination de l'eau peut se faire par application du froid ou de la chaleur. Dans le premier cas, on peut congeler l'eau et extraire par centrifugation un mélange pâteux de solides lactiques qui est ensuite desséché sous pression réduite, à température modérée. Bien qu'elle ait été brevetée voici quelque soixante années, cette méthode n'a guère été appliquée à l'échelle commerciale. Le procédé moderne de lyophilisation, dans lequel l'eau est éliminée par sublimation des cristaux de glace dans le produit congelé à cœur, à basse température et sous un vide assez poussé, constitue le meilleur moyen d'obtenir un produit sec où soient conservées les propriétés du liquide de départ. Jusqu'ici, ce procédé n'a été appliqué commercialement à la fabrication du lait sec, car son prix de revient est élevé et son emploi pour la production en grand, soulève des difficultés techniques.

En revanche, on y a fait appel pour la conservation du lait de femme dans les « banques à lait » destinées à l'alimentation des nouveau-nés prématurés, par exemple dans le lactarium national de la Croix-Rouge néerlandaise. Avant d'être soumis à la lyophilisation, le lait recueilli sur des donneuses est pasteurisé pendant 30minutes à la température de 67°C, ce qui assure la destruction des organismes pathogènes. Les preuves de contrôle effectuées dans les dispensaires et des analyses de la teneur vitaminique ont montré que la reconstitution de ce lait avait pratiquement la même que le lait maternel frais, à ceci près que le produit sec renferme très peu de vitamine C, en raison sans doute des pertes qui se produisent au cours du transport au lactarium. Il est facile de combler cette lacune par le jus de fruit ou d'un légume riche en vitamine C synthétique, donné séparément aux nourrissons ou ajoutés au lait reconstitué. **(13)**

La déshydratation du lait par la chaleur est un procédé fort ancien ; l'une des premières descriptions du séchage du lait provient de **MARCO POLO**. Au XIIe siècle, les tartares obtenaient un lait desséché en exposant aux rayons solaires des minces couches de lait. **(31)**

Il faut signaler que la fabrication du lait sec ou lait en poudre a été tentée pour la première fois par **PARMENTIER** en 1805, mais c'est **GRÜNWALD,** en 1855, qui réalisa les premiers essais industriels. Toutefois, il fallut attendre le début du XXe siècle pour voir s'implanter dans divers pays, dont surtout les U.S.A., une puissante industrie du lait en poudre. La guerre de 1939 favorisa considérablement son développement, les livraisons de lait sec américain palliant, dans une mesure appréciable, la sévère pénurie des produits laitiers dont l'Europe souffrit pendant les années qui ont immédiatement suivi la fin des hostilités. **(30)**

II.3. METHODE DE FABRICATION DU LAIT EN POUDRE

II.3.1. Diagramme de fabrication

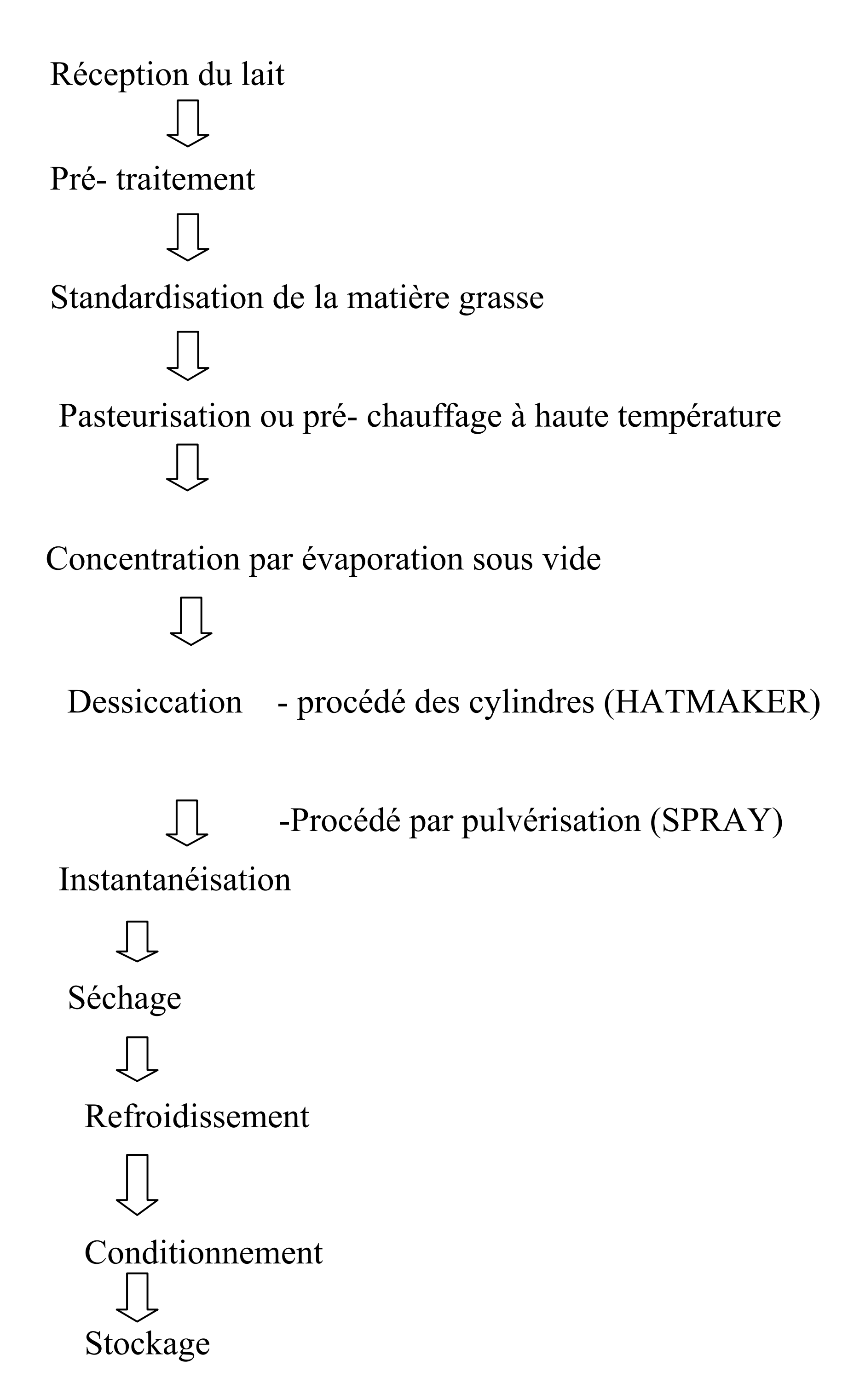


Figure 8: diagramme de fabrication de lait en poudre

Source **: (28)**

L’objectif de la fabrication du lait sec est d’éliminer l’eau pour freiner le développement microbien.

Il existe deux méthodes classiques de fabrication de lait sec. Toutes deux sont appliquées au lait préalablement concentré à 30 ou 50% d’extrait sec **(31)**.

II.3.2. Séchage sur cylindres ou procédé « HATMAKER »

L’appareil de séchage comporte deux cylindres rapprochés, chauffés intérieurement par de la vapeur (130-150°C) et tournant lentement en sens inverse (figure 2). Le lait tombe entre deux cylindres et se répartit uniformément sur leur surface.

La dessiccation est rapide, le lait formant un film qui est détaché par un couteau racleur. La vapeur d’eau formée est aspirée par une hotte placée au-dessus des cylindres.

Source :

ANNEXE 1

Principe de séchage par le procédé des cylindres

1. Cylindre chauffant
2. Gouttière de répartition du lait
3. Hotte
4. Gouttière de récupération du lait
5. Pellicule de lait sec
6. Couteau racleur

(30)

Figure 9: principe de séchage par le procédé des cylindres

Cet appareil présente plusieurs variantes, notamment en ce qui concerne le nombre des cylindres et l'alimentation en lait. Toutefois, le traitement thermique brutal auquel est toujours soumis le produit entraîne des modifications sensibles de la structure physico-chimique, qui font qu'on utilise de plus en plus, pour la préparation des laits secs de qualité, le procédé du brouillard. Les appareils à cylindres rendent encore de grands services dans la préparation de certaines poudres entrant dans les aliments du bétail ou à usage industriel.

On a tenté avec succès d'améliorer le procédé, en opérant sous vide, donc à une température beaucoup plus réduite. **(16)**

II.3.3. Séchage par pulvérisation du lait sec « SPRAY »

Le lait est préalablement concentré (par évaporation dans un concentrateur à film tombant à effets multiples le plus souvent) avant d'être séché dans une tour d'atomisation.
Après cette étape, le lait concentré peut subir des traitements complémentaires (homogénéisation et traitements thermiques).

Le lait concentré (50 - 60% de MS) est introduit au sommet de la tour d'atomisation. Le lait est alors "atomisé" (transformé en aérosol ou brouillard) au moyen d'une turbine d'atomisation ou par injection à haute pression au travers de buses. Les petites gouttes liquides ainsi formées sont entraînées et déshydratées par un courant d'air chaud .
(www.vetlyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/spray.html).

Les gouttelettes sont séchées en une poudre sèche avant de tomber sur les parois inférieures de l'appareil. La séparation poudre - air humide est obtenue à l'aide de séparateurs cyclones (figure 3).

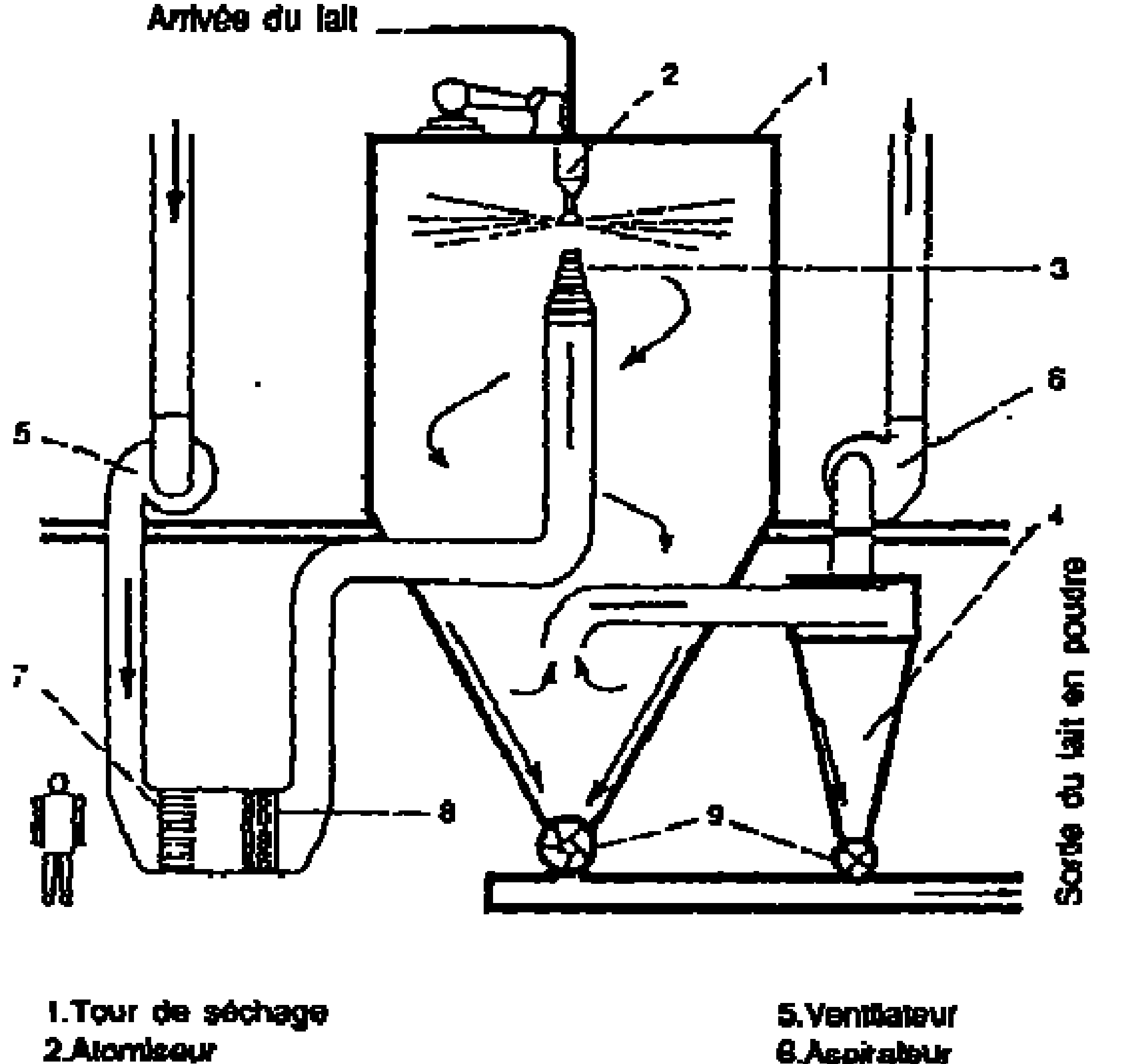


Figure 10: procédé par pulvérisation du lait sec (SPRAY)

Dans le cas des aliments d'allaitement, il est important d'obtenir des poudres de lait très faciles à dissoudre (poudre instantanée). Pour cela la déshydratation dans la tour d'atomisation ne doit pas être totale (6 à 14% d'humidité résiduelle). Cette humidité résiduelle permet une agglomération limitée des particules qui conduit à la formation de granulés à structure poreuse. La déshydratation est ensuite terminée dans des dispositifs complémentaires de type sécheurs à lit fluidisé. La poudre est ensuite refroidie. **(17)**

II.4. Différence entre les deux procédés

Par le procédé des cylindres, la poudre obtenue a une consistance en paillette, une couleur plus ou moins jaune, le lactose y est à l'état cristallin, la caramélisation et le brunissement non enzymatique sont avancées.

En ce qui concerne le procédé par pulvérisation, la poudre est moins jaune que la précédente et le lactose est amorphe .
(**http://www.longuevergne.free.fr/le_lait.html**)

Tableau XVIII: Aperçu des propriétés physico-chimiques du lait en poudre

Propriétés	Poudre issue d'un séchage par atomisation (SPRAY)	Poudre issue d'un séchage sur cylindre (HATMAKER)
Structure des particules	Particules sphériques, inclusions d'air	Compacte, forme irrégulière, pas d'inclusions d'air
Surface des particules	Lisse, en partie pliée	
Dimension des particules	10 - 250µm	
Densité apparente [g/cm3]	0,50 – 0,70	0,3 – 0,5
Solubilité, dénaturation	Dénaturation des protéines peu élevée → bonne solubilité	Taux de dénaturation élevé des protéines → mauvaise solubilité
Exigences relatives à la teneur en métaux lourds	Cuivre < 1,5mg/kg Fer <10,0mg/kg	Idem
Teneur en Oxygène résiduel dans les poudres contenant des matières grasses	≤ 0,01 ml 02/g	
Brunissement dû à la réaction de Maillard	Peu marqué	Plus marqué

Source : **www.agroscope.admin.ch**

II.5. Principales utilisations du lait en poudre

Le lait sec constitue un excellent aliment aux utilisateurs multiples. Non seulement, lorsqu'il est entier, on le consomme liquide après reconstitution du lait mais également sous la forme de poudre écrémée, il est employé par les fabricants de crèmes glacées et de pâtes alimentaires, les biscuiteries, les chocolatiers, les confiseries et, dans certains pays, les charcuteries.

De nombreux essais **(BURE et JARROUSSE en 1950) (7)**, montrent que rien ne s'oppose, du point de vue de la technique de planification, à l'introduction dans la farine de 2 à 5 pour cent de lait sec écrémé.

Il faut remarquer que c'est la poudre Hatmaker, soluble seulement à 59 pour cent qui a donné le meilleur résultat.

Ces dernières années, il ya eu développement considérable de la fabrication des aliments pour le bétail et notamment pour les veaux à partir de poudre de lait écrémé additionnée de matières grasses d'origine non laitière (suifs, huiles végétales).

Le réengraissement peut se réaliser selon deux techniques.

Dans le cas du réengraissement à sec, le moins fréquent, on injecte en parallèle dans une chambre parcourue par un courant d'air froid, de la poudre de lait écrémé et de la matière grasse liquide chaude. On doit obtenir un enrobage satisfaisant des gouttelettes de graisse par le lait écrémé.

Lorsqu'on pratique le réengraissement humide, on incorpore par homogénéisation la matière grasse dans le lait liquide ou concentré puis on sèche par atomisation.

Dans les deux techniques, l'addition de la lécithine permet d'améliorer le coefficient d'utilisation digestive des aliments. **(30)**

II.5.1. Aptitude à la reconstitution

Parmi les principales propriétés des poudres qui règlent l'aptitude à la reconstitution par l'addition d'eau figurent la mouillabilité et la solubilité qui sont d'ailleurs liées.

Dans les particules non mouillables pénètrent difficilement l'eau et ne peuvent s'y disperser, donc s'y dissoudre.

L'aptitude à la reconstitution dépend de très nombreux facteurs. La composition des particules est l'une des plus importantes. Une forte teneur en matière grasse, un point de fusion élevé des glycérides, la présence de matière grasse libre sont d'autant de facteurs défavorables à une mouillabilité et une solubilité convenables **(28).**

La dénaturation des protéines, le bouleversement des micelles de caséinate affectent la dispersibilité et la solubilité. On a montré qu'en soumettant le lait à une légère protéolyse on améliore sensiblement la dispersibilité sans doute en raison des modifications que l'on provoque à la surface des molécules de protéines, modifications qui sont susceptibles de renforcer les propriétés hydrophiles des particules de poudre.

La présence de fins cristaux de lactose dans une poudre fraîche semble favoriser la solubilité. En revanche la cristallisation consécutive à une absorption d'humidité en cours de stockage a un effet défavorable.

Mais les caractères physiques des poudres interviennent également pour fixer l'aptitude à la reconstitution. La mouillabilité et la dispersibilité augmentent avec la taille des particules.

Dans une poudre écrémée, lorsque la proportion de particules de moins 100µ de diamètre dépasse 50 pour cent on observe une chute rapide de la dispersibilité (TROESCH et WILCK en 1962) **(29).**

La mouillabilité et la solubilité sont également améliorées par l'accroissement du poids spécifique des particules dans la mesure où ces dernières peuvent vaincre plus facilement la tension superficielle de l'eau. On a également noté que les particules qui présentent une surface irrégulière ont une meilleure mouillabilité que celles qui sont sphériques.

Les conditions de la reconstitution jouent un rôle important. La température de l'eau est le facteur majeur. La mouillabilité et la solubilité croissent lorsque la température de l'eau passe de 20 à 50°C, mais diminuent au-delà.

Dans le cas des poudres de lait entier, on assiste à une augmentation sensible de la dispersibilité entre 32 et 38°C, c'est-à-dire dans une zone de température correspondant au point de fusion de la matière grasse.

On constate que les conditions optimales de solubilisation d'une poudre conventionnelle ne peuvent pas toujours être réunies lors de l'utilisation domestique du produit.

C'est pourquoi des nouvelles techniques permettant l'obtention de poudres dont l'aptitude à la reconstitution est considérablement améliorée par rapport à celles des poudres conventionnelles.

Cette amélioration est réalisée à partir des considérations suivantes.

Les particules de poudre Spray conventionnelle ont une masse spécifique trop faible pour pénétrer rapidement dans l'eau. C'est l'air occlus dans les particules qui s'oppose à l'immersion. Il résulte de cette situation que des amas de poudre se forment et que l'eau ne peut progresser entre les particules, par capillarité, que très lentement. L'eau qui se trouve au contact des particules se charge en éléments dissous et provoque le gonflement des protéines. Il se forme

alors une sorte de barrière qui freine la progression de l’eau à l’intérieur des particules.

Dans les poudres à dissolution instantanée, la vitesse de pénétration de l’eau est telle que l’air occlus se trouve chassé avant que la barrière n’intervienne. La masse spécifique des particules est accrue et l’immersion se produit rapidement. D’où une accélération de la mouillabilité et de la solubilité en solution en résulte.

Ce mécanisme confère aux propriétés physiques de la poudre à dissolution instantanée une importance primordiale. En particulier, le rapport entre la masse des particules et leur surface en contact avec de l’eau est un facteur déterminant.

Certains procédés d’instantanéisation comportant une humidification d’une poudre Spray conventionnelle peuvent conduire à une certaine migration, à la surface des particules, de constituants solubles tels que le lactose et le chlorure de sodium et de potassium (BOCKIAN et al. en 1957) **(4)**.

Cette disposition périphérique préférentielle de certains constituants solubles peut être un élément favorable à la mouillabilité et à l’augmentation de la vitesse de solubilisation des particules. Toutefois ces phénomènes sont difficiles à mettre en évidence et ils sont mêmes contestés par certains auteurs.

(KING N. en 1966) **(15)**

II.6. Caractère d'un bon lait sec

Le lait sec doit être de qualité physico-chimique et microbiologique irréprochables, pour jouer pleinement son rôle dans l'alimentation.

Les qualités d'un bon lait sec sont les suivantes :

- ✓ aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène exempt de particules macroscopiques. Elle est sous la dépendance des propriétés de mouillabilité et de solubilité ;
- ✓ absence des saveurs anormales (goût de cuit, de brûlé, de rance, etc.) ;
- ✓ absence de germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques), de toxines et de micro-organismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation ;
- ✓ absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, de récolte et de conservation du lait ;
- ✓ absence de modification de la structure et de la composition physico-chimique pouvant nuire à sa valeur nutritionnelle et de ses aptitudes technologiques.

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru mis en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration, de séchage et des conditions de stockage**. (12)**

II.7. CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DU LAIT SEC

II.7.1. Couleur

Elle doit être blanche et légèrement crémeuse.

II.7.2. Odeur

Elle doit être franche.

II.7.3. Saveur

Elle doit être franche.

II.7.4. Composition chimique

Du point de vue chimique le lait est un aliment complet.

Les effets de la chaleur sur les constituants du lait permet d'avoir plusieurs méthodes de classification des laits en poudre. L'une des plus courantes est l'indice des protéines solubles, le plus souvent désigné par les initiales anglaises WPNI. (Whey Protein Nitrogen Index)

Elle est fondée sur la qualité des protéines de lactosérum non dénaturées et restées à l'état soluble après traitement.

Cette quantité est exprimée en milligrammes d'azote par gramme de poudre. Plus l'indice de protéines est élevé, plus faible a été la dénaturation, ce qui indique un traitement thermique du lait limité rendu possible par sa bonne qualité microbiologique**(16).**

On distingue quatre catégories de poudres :

- Poudres/Low Heat(LH) avec WPNI supérieur ou égal à 6. Le traitement thermique du lait est resté faible. Il s'agit donc des poudres de meilleure qualité convenant aussi bien à la préparation des laits de consommation que de celui destiné à la fromagerie ;
- Poudre Médium Heat(MH) avec WPNI compris entre 4,5 et 5,9 ;
- Poudre Médium-High Heat(MHH) avec WPNI compris entre 4,4 et 1,5 ;
- Poudre High Heat(HH) avec WPNI inférieur à 1,5.

Tableau XIX: Composition chimique des laits entiers (Hatmaker, Spray) et écrémé en poudre.

		Type de Lait		
Constituants(%)		Lait entier		Lait écrémé
		Hatmaker	Spray	
Eau		3.0	3.0	3.0
Protéines		25.0	25.0	36.0
Matière grasse		27.5	27.5	1.0
Glucides		37.5	37.5	50.5
Calcium		0.91	0.91	1.26
Vitamine A	Teneur (µg/100g)	383	383	13
	Pertes	Néant	Néant	Néant
Vitamine D	Teneur (ui/100g)	15	15	1
	Pertes	Néant	Néant	Néant
Vitamine C	Teneur (µg/100g	11.0	13.0	17.0
	Pertes	30	20	20

Source **: KON S. K (16)**

II.7.5. Mouillabilité

L'aptitude du lait à pénétrer facilement dans l'eau.

II.7.6. Solubilité

L'aptitude du lait à être dissous ou dispersé dans l'eau. **(www.larousse.fr/encyclopédie)**

II.8. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

II.8.1. Teneur en eau

L'aspect extensif de l'hydratation des produits alimentaires est donné par la teneur en eau ou humidité, généralement exprimée en gramme d'eau pour 100 grammes de matières sèches.

Norme (NF V 04-348 d'Octobre 1978). **(27)**

L'Humidité est la quantité de vapeur que contient un corps.

II.8.2. Activité de l'eau : AW

II.8.2.1. Définition

L'activité de l'eau notée Aw (de l'anglais « Activity of Water »), concept introduit par LEWIS et RANDALL (1923) permet de mesurer la disponibilité globale moyenne de l'eau et d'évaluer en quelque sorte sa potentialité d'agir.

La mesure de l'Aw est un critère très intéressant, pour apprécier l'aptitude d'un produit au stockage, en particulier pour les aliments à humidité intermédiaire.

En supposant que la vapeur se comporte comme un gaz parfait, l'Aw d'un produit alimentaire en équilibre thermodynamique s'identifie à l'humidité relative en équilibre (HRE) avec le produit, c'est-à-dire au rapport de la pression partielle de la vapeur d'eau (Pw) en équilibre avec le produit, à la pression partielle de la vapeur d'eau saturante (P'w) à la même température T.

$$Aw = \frac{HRE}{100} = \frac{Pw}{P'w} \; T$$

HRE = Humidité Relative en Equilibre

Pw = Pression partielle de la vapeur d'eau

P'w = Pression partielle de la vapeur d'eau saturante. **(23)**

II.9. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES LAITS SECS

L'importance de la destruction bactérienne au cours du séchage dépend du genre de micro organisme présent et de la température de séchage qui est indiquée par la température de l'air à la sortie du distributeur d'air chaud.

Dans une étude, THOMPSON et al (1978) ont déterminé l'impact des températures de l'air à la sortie de 93.3° ; 82.2° et 71.1°C sur la survie de *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* (reclassée *Micrococcus luteus*, **(BUCHNAN et GIBBONS, 1974)** et *Escherichia coli*.

Le pourcentage des survivants augmente lorsque la température décroît.

En ce qui concerne le pourcentage des survivants de *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* à 93.3° et 82.2°C représentent respectivement environ 12 et 14 pour cent.

Par contre, pour *E. coli* le pourcentage des survivants est beaucoup plus faible et varie de 0.02 à 0.46pour cent à 71.1°C.

Les survivants durant le séchage montrent que le procédé de séchage ne peut pas se substituer à la pasteurisation ou à une bonne hygiène de traitement.

Il démontre que les installations doivent être soigneusement protégées de toute contamination entre la pasteurisation et le séchage. En outre, cette étude justifie les rapports de Foster et al (1957) et de Koegh (1966) selon lesquels la charge microbienne des laits secs est plus influencée par le genre que par le nombre des micros organismes présents dans le lait cru de départ. **(14)**

Pour les laits secs Hatmaker, le préchauffage ou la pasteurisation ainsi que le séchage sur les cylindres rotatifs chauffés intérieurement par la vapeur à 150°C, détruisent tous les germes exceptés les spores, pourvu que le taux de germes thermorésistants ne soit pas élevé pour permettre leur suivie. **(1)**

II.9.1. Germes d'altération

La flore lipolytique est souvent responsable du rancissement de la matière grasse (laits entier en poudre). Le rancissement est lié à l'apparition de composés d'odeurs désagréables (acides, aldéhydes, cétones) issues de l'hydrolyse de la matière lipidique.

Parmi ces germes on peut avoir :

- ✓ des bactéries (Micrococcus, Bacillus…)
- ✓ des levures (Candida…)
- ✓ des moisissures (Aspergillus, Penicillium…). **(6)**

II.9.2. Germes pathogènes

Peu d'études d'épidémiques de toxi-infections alimentaires dues à la consommation des laits secs ont été signalées.

Cependant, nous pouvons également mentionner des accidents alimentaires d'origine chimique, notamment le lait à la mélamine apparu en Chine en 2008 a provoqué cette année une Toxi-infection Alimentaire Collective (T.I.A.C.) chez les nourrissons. Cela a également entraîné la mortalité de quatre nourrissons et rendu malade 53.000autres.

Il faut noter que la mélamine est un composé cyclique contenant trois résidus de cyanamide. Elle offre une grande résistance à la chaleur, au feu et à la lumière.

1- La mélamine est donc un produit chimique utilisé dans la fabrication des colles et de plastiques**. (www.lept.fr/achialites-ste/lait-frelate)**

II.9.2.1. Staphylocoques présumés pathogènes

Les laits en poudre Spray ont été des vecteurs de la transmission de séries d'épidémies d'intoxications aux staphylocoques.

Cependant, l'intoxination par la toxine de staphylocoque est naturellement peu courante **(SCHROEDER, 1976)** car :

a) des taux importantes de staphylocoques sont nécessaires pour produire suffisamment de toxines ;
b) le lait a besoin d'être maintenu à une température supérieure à 28°C pendant 24heures pour une production suffisante de toxine ;
c) la toxine de contamination est fréquemment diluée dans le volume ;
d) seules quelques 4% des souches de staphylocoques isolées à partir du lait sont capables de produire des entérotoxines. **(19)**

II.9.2.2. Salmonelles

De nombreux cas de salmonelloses ont été décrits aux Etats Unis entre 1964 et 1965 et qui ont été dues aux laits en poudre contaminés par *Salmonella newbrunswick* **(Colin et al. 1968). (14)**

Le nombre de salmonelles dans les laits en poudre qui peuvent être à l'origine de toxi-infection alimentaires collectives sont tout à fait faibles et varient habituellement entre 1 et 10 germes par 100gramme de poudre.

II.10. REGLEMENTATION DU LAIT EN POUDRE

II.10.1. Codex Alimentarius

La Commission du Codex Alimentarius (C.C.A) a été créée pour mettre en œuvre un programme mixte F.A.O/O.M.S sur les normes alimentaires.

Le Codex Alimentarius est une collection de normes alimentaires internationalement agréées et présentées de façon uniforme. Ces normes visent à protéger partout dans le monde la santé et les intérêts des consommateurs et à encourager les pratiques commerciales loyales.

Le Codex Alimentarius comprend des normes applicables à tous les principaux aliments vendus au public. **(21)**

Le code d'usage en matière d'hygiène pour le lait en poudre

- Tout le lait servant à la fabrication des produits laitiers secs devraient avoir été produit dans des conditions sanitaires conformes aux dispositions de l'autorité compétente.

- Il ne faudrait pas accepter de traiter le lait ou le produit laitier à moins qu'il ne convienne à la consommation humaine et qu'il n'ait pas été contaminé, traité, manutentionné ou additionné de substances nocives de façon telle qu'il soit impropre à la consommation humaine.
- La matière première et des ingrédients entreposés dans l'établissement devraient être maintenus dans les conditions de nature à inhiber leur détérioration, à les protéger contre la contamination et à réduire au minimum les dégâts. Il devrait y avoir une rotation convenable des stocks de matières premières et d'ingrédients.
- Chaque département où un produit laitier déshydraté est préparé, traité ou entreposé, ne devrait être utilisé qu'à cet effet ou pour la préparation d'autres produits laitiers ou produits soumis au même critère en matière d'hygiène.
- L'entreposage et les récipients devraient permettent d'empêcher toute absorption d'humidité. Au-cours de l'entreposage, le produit devrait faire l'objet d'inspection périodique de façon à s'assurer que seuls les aliments propres à la consommation humaine sont livrés et que la spécification relative aux produits finis est respectée. Le produit devrait être expédié dans l'ordre de succession des lots. **(20)**

II.10.2. Réglementation Sénégalaise

Au Sénégal, les laits secs ou en poudre sont définis par le décret N° 69-891 du 25Juillet 1969 réglementant le contrôle du lait et des produits laitiers destinés à la consommation humaine, notamment en ses articles 25 et 30du titre IV. **(24)**

Ce décret a été publié au journal officiel de la République du Sénégal du 18 Octobre 1969.

Outre ce décret, le Sénégal dispose d'une norme sur les laits secs élaborée par l'Association Sénégalaise de Normalisation :

C'est la norme NS 03-001 en 1982

II.10.2.1. Objet de la norme NS 03-001

Elle a pour but de définir les spécifications physico-chimiques, microbiologiques, d'emballage et d'étiquetage auxquelles doivent répondre les laits en poudre et autres laits secs en vue d'en garantir la qualité.

II.10.2.2. Domaine d'application

Sous la réserve des dispositions législatives et réglementaires en vigueur réglementant les conditions d'installation et d'exploitation des unités de traitement du lait, la présente norme vise uniquement les laits en poudre et autres laits secs.

II.10.2.3. Définition

Les dénominations de « lait entier en poudre, lait partiellement écrémé en poudre, lait en poudre sucré ou non »sont réservées aux produits à l'état sec provenant de la dessiccation de lait entier ou lait partiellement écrémé ou de lait écrémé propre à la consommation humaine.

Toutefois, l'expression « en poudre »peut être remplacée dans ces dénominations par le mot « sec » suivi ou non d'une mention indiquant le mode de présentation (poudre, granulés, paillette etc.). **(25)**

II.10.2.4. Additifs alimentaires

II.10.2.4.1. Stabilisants

La teneur en sel de sodium, de potassium et de calcium des acides chlorhydrique, nitrique, carbonique doit être au maximum de 5grammes par kilogramme, que ces sels soient seuls, en combinaison ou exprimés en substances anhydres. Toutefois, la teneur en bicarbonate ne doit pas excéder 2grammes par kilogramme.

II.10. 2.4.2. Emulsifiants

La teneur en émulsifiants des laits en poudre instantanés doit être :

- ✓ pour les mono-glycérides et di-glycérides : 2,5grammes par kilogramme ;
- ✓ pour la lécithine 2grammes par kilogramme.

II.10.3. Etiquetage

II.10.3.1. Prix

Le prix du lait en poudre micro conditionné commercialisé au Sénégal est variable selon marque. Il varie de 100 à 175francs C.F.A.

II.10. 3.2. Poids

Le poids du lait sec est d’environ 25grammes.

II.10.3.3. Mentions obligatoires

- Le nom, la raison sociale, la marque et l'adresse du fabricant ou de l'importateur doivent être mentionnés ;
- Le poids net, la date de fabricant le numéro du lot, la teneur en eau, en matière grasse, en sucre doivent être mentionnés ;
- Le poids net doit être déclaré en poids, d'après le Système International d'unité (SI).

Le lait doit être désigné, selon le cas par les noms :

a) « Lait entier en poudre »
b) « Lait partiellement écrémé en poudre »
c) « Lait écrémé en poudre »

Lorsque du sucre a été ajouté au produit, le mot « sucré » doit être placé immédiatement après la dénomination.

Lorsque pour la fabrication, on utilise un lait autre que celui da la vache, le ou les espèces animales d'origine doivent être spécifiées après la dénomination.

II.10.3.4. Mode d'emploi

Le mode d'emploi doit être indiqué sur l'étiquette dans le cas des produits destinés à la consommation directe.

II.10.3.4.1. Conditionnement

Le lait en poudre doit être conditionné dans les contenants suivants :

- sac composé de 5couches de papiers dont 1 Kraft, doublé d'une couche de polyéthylène de 10/100millimètre d'épaisseur ;
- emballage en fer blanc étamé ;
- sachets d'aluminium doublé de polyéthylène.

Tous ces matériaux d'emballage doivent offrir les garanties de sécurité et de protéger efficacement le produit contre toute contamination.

II.10.3.4.2. Garanties

Dans les conditions normales de manutention de transport et d'emballage, le lait en poudre doit répondre aux critères précités pendant six (6) mois au maximum pour le lait entier en poudre, neuf (9) pour le lait en poudre écrémé. **(24)**

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1. MATERIEL

I.1.1. Cadre des analyses

Les analyses physico-chimiques sont effectuées dans le laboratoire de microbiologie de l'E.I.S.M.V, dit le laboratoire de l'Hygiène de l'Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale(H.I.D.A.O.A).

I.1.2. Les échantillons des laits secs

Ils sont représentés par quatre marques de lait en poudre en sachets de 25g et 26g, importés et reconstitués par des structures industrielles Sénégalaises (figure 4).

« HalibND » de la SATREC en sachet de 25g.
« VitalaitND » de la SATREC en sachet de 25g.
« LaicranND » de la SATREC en sachet de 25g.
« NidoND » de NESTLE en sachet de 26g.
Parmi les critères qui ont motivé le choix de ces quatre marques il y a essentiellement la représentativité de ces dernières sur le marché sénégalais en général et Dakarois en particulier.

En effet, sur un échantillon de 25 supermarchés, « alimentations », boutiques, échoppes repartis dans les quartiers de Dakar, on retrouve ces trois premiers produits en même temps dans 93 d'entre eux.
Il est aussi très difficile de trouver un produit ayant fait plus de deux mois sur le marché. Nous trouvons toujours une production du même mois ou du mois précédent.



Figure 11: différentes marques de lait en poudre utilisées (HalibND à gauche ; VitalaitND au milieu à gauche ; LaicranND au milieu à droite et NIDOND à droite).

I.2. MATERIEL DE LABORATOIRE

C’est le matériel classique que l’on retrouve dans chaque laboratoire d’analyse de microbiologie.
En ce qui concerne les quatre paramètres que nous avons eu à évaluer, il nous a fallu :

I.2.1. Matériel pour la détermination de la teneur en eau

- Etuve à (103± 2) °C
- Dessiccateur
- Balance

I.2.2. Matériel et réactifs pour la détermination de l’acidité titrable

Matériel

- Becher de 100ml
- Baguette en verre
- Balance
- Spatule
- Eau distillée

Réactifs : Hydroxyde de Sodium, titré 0.1mol /l

Phénolphtaléine, solution alcoolique à 1g pour 100ml.

I.2.3. Matériel et réactifs pour la détermination du pH

Matériel

- pH mètre
- Eau distillée
- Becher de 100 ml
- Baguette en verre
- Réfrigérateur
- Electrodes

Réactifs : Solution tampon de référence à pH 7

Solution tampon de référence à pH au second décimal près, compris entre 4 et 5.

I.2.4. Matériel pour la détermination de la solubilité

- Tubes cylindro-coniques
- Etuve à (103± 2) °C
- Dessiccateur
- Fioles
- Eau
- Centrifugeuse
- Pipette de 10ml

I.3. METHODES UTILISEES

I.3.1. Echantillonnage

La méthode employée répond plus ou moins au protocole utilisé pour la prise d'échantillon des denrées alimentaires micro conditionnées (Méthode AFNOR). **(3)**

Le contenu des sachets de lait en poudre intacts et non ouverts constitue l'échantillon ; qui provient des supermarchés ainsi que chez des boutiquiers.

Pour obtenir un échantillon représentatif, on prélève cinq sachets pour les quatre marques que l'on met dans un sachet en plastique qui sera mélangé pour que l'échantillon soit homogène. Ces sachets doivent être fermés pour éviter le contact de l'échantillon avec l'atmosphère.

Tableau XX: Répartition des échantillons en fonction des marques

Marques de produits à analysés	Nombre d'échantillons
«L1»	25
«L2»	25
«L3»	25
«L4»	25
Total	**100**

I.3.2. TRAITEMENT PRELIMINAIRES

I.3.2.1- Etude de conditionnement et de pesées

Pour chaque produit et avant toute analyse, une étude succincte du conditionnement est réalisée afin de s'assurer de son intégrité et de vérifier que les mentions sur l'étiquette répondent ou non aux dispositifs réglementaires édictées par la norme NS 03-001 de l'A.S.N. qui est citée dans la première partie.

En outre, tous les échantillons sont pesés pour vérifier la concordance entre le poids net indiqué sur l'étiquette et le poids réel.

I.4. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

I.4.1. Détermination de la teneur en Eau

Norme (NF V 04-348 d'Octobre 1978) **(3)**

I.4.1.1. Définition

L'humidité est la quantité de vapeur que contient un corps.

I.4.1.2. Principe

Dessiccation, à (103±2) °C, d'une quantité déterminée de produit jusqu'à une masse constante.

I.4.1.3. Mode opératoire

I.4.1.3.1. Préparation de l'échantillon pour essai

- Mélanger soigneusement l'échantillon pour laboratoire en secouant à plusieurs reprises et en retournant le contenu.
- Au cours des diverses manipulations précédentes la pesée de la prise d'essai, éviter, dans la mesure du possible, d'exposer le produit à l'air ambiant, afin de réduire au maximum la modification de sa teneur en eau.

I.4.1.3. 2. Préparation du matériel

Placer les capsules dans l'étuve au moins pendant une heure (1h) à la température de (103±2) °C (**figure 5**). Ensuite la mettre dans le dessiccateur à la sortie de l'étuve pour la laisser refroidir. Peser la capsule à 0.1 mg près.



Figure 12: Etuve ayant servi au séchage des capsules (103±2) °C

I.4.1.3.3. Prise d’essai

Introduire rapidement environ 2g de lait sec dans la capsule et peser à 0.1 mg.

I.4.1.3.4. processus de la détermination du taux d’humidité

Placer les capsules dans l’étuve pendant trois heures (3h). Laisser refroidir les capsules dans le dessiccateur (**figure 6**) pendant trente minutes (30mn) et les peser à nouveau à 0.1mg près. Répéter les opérations précédentes jusqu’à ce que les pesées successives ne révèlent pas un écart de plus de 0.5mg.

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon par essai.



Figure 13: dessiccateur ayant servi au refroidissement des capsules

I.4.1.3.5. Expression des résultats

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse de produit, est donnée par la formule :

$$TH = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

Où

m_0 : est la masse, en grammes, de la capsule vide

m_1 : est la masse, en grammes, de la capsule et la prise d’essai avant dessiccation

m_2 : est la masse, en grammes, de la capsule et la prise d’essai après dessiccation

Prendre comme résultats la moyenne de la détermination.

I.4.2. Détermination de l'Acidité titrable (15)

Norme (NF V 04- 350 du Décembre 1985) **(3)**

I.4.2.1. Définition

L'acidité du lait est la sommation de l'acidité d'un certain de ces composants tels que : la Caséine ; les substances minérales et les acides organiques, les réactions secondaires des phosphates, et l'acide lactique ainsi d'autres acides résultantes de l'activité microbienne **(31).**
Elle est déterminée par titrage de l'acide lactique.

I.4.2.2. Principe

Titrage de l'acidité par une solution alcaline en présence de phénolphtaléine.

I.4.2.3. Réactifs

- Hydroxyde de sodium, solution titrée à 0.1mol/l
- Phénolphtaléine, solution alcoolique à 1g pour 100ml

I.4.2.4- Mode opératoire

- Dans bêcher de 100ml, peser 2±0.002g de l'échantillon.
- Ajouter lentement 20ml d'eau distillée, en agitant le bêcher.
- Bien mélanger à l'aide d'une baguette en verre (qui servira pendant le titrage) jusqu'à complète dispersion de prise d'essai.
- Laisser refroidir pendant une vingtaine de minutes.
- Ajouter 0,3ml de l'indicateur.
- Titrer par la solution sodique jusqu'au virage au rose, faiblement perceptible par comparaison avec le témoin. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

I.4.2.5. Expression des résultats

1ml de solution titrée à 0,111ml/l correspond à 0,01mg d'acide lactique.

L'acidité titrable, exprimé en grammes d'acide lactique pour 100g d'échantillon, est donnée par la formule :

AT= 0,01g x V x 100/2 = V/2

Où

V représente le volume en millilitres, de solution sodique à 0,111ml/l utilisé pour le titrage. Si on utilise la solution sodique à 0.100mol/l, multiplié donc le résultat obtenu par 0,9.

Rendre comme résultat la moyenne de deux déterminations.

Ce résultat est traduit en degré Dornic (° D) :

1°D = 0,1gramme d'acide lactique dans 100g de produit.

I.4.3. Mesure du pH(3)

I.4.3.1. Définition

Le pH traduit la concentration en ions hydrogènes. Pour le lait normal, il est compris entre 6,6 et 6,8.

La légère acidité ainsi observée est due à la présence des anions phosphoriques et citrique ainsi que la caséine.

I.4.3.2. Principe

- Dispersion du lait sec dans l'eau distillée
- Mesure directe de pH à l'aide d'un pH-mètre.

I.4.3.3. Réactifs

Les réactifs doivent être de qualité analytique reconnue, l'eau utilisée pour la préparation doit être de l'eau récemment distillée et conservée à l'abri du dioxyde de carbone.

- Solution tampon de référence à pH 7,00

- Solution tampon de référence à pH connu au second décimal près compris entre 4 et 5.

I.4.3.4. Mode opératoire

- Dans un bêcher, peser 3 ± 0,03g de l'échantillon,
- Ajouter 30ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, ensuite bien mélanger à l'aide d'une baguette en verre jusqu'à complète dispersion de la prise d'essai.
- Placer dans le réfrigérateur pendant 3 à 4 h.
- A la sortie du réfrigérateur, plonger des électrodes dans le liquide et effectuer la mesure potentiomètrique à 20°C ± 2°C en agitant le contenu du bêcher (**figure 7**).
- Lire directement sur l'échelle graduée du potentiomètre la valeur du pH avec deux décimales. Les résultats sont exprimés en unité de pH, à la température de 20°C sou la forme :

  pH à 20°C = x, xx

- Prendre la moyenne de deux déterminations.



Figure 14: Mesure du pH à l'aide d'un pH mètre

I.4.4. Détermination de la Solubilité

I.4.4.1. Définition

La solubilité est la capacité qu'a une substance de se dissoudre dans une autre.

I.4.4.2. Principe

Dilution d'une prise d'essai dans l'échantillon, centrifugation, lavage puis pesée du sédiment.

I.4.4.3. Mode opératoire

- Peser, à 1mg près, un tube cylindro-conique séché à l'étuve puis refroidit dans le dessiccateur.
- Dans une fiole, introduire 2,5g d'échantillon et ajouter 17,5ml d'eau distillée (à la température de 20°C)
- Boucher la fiole et secouer pendant 30mn pour ensuite verser immédiatement le contenu de la fiole dans le tube cylindro-conique déjà taré.
- Centrifuger pendant 15mn puis extraire le liquide surnageant à l'aide d'une pipette et en évitant d'entrainer la pellicule superficielle (arrêter l'aspiration à 5-6mm au dessus du sédiment).
- Rincer la fiole avec 20ml d'eau distillée que l'on verse dans le tube à centrifuger pour mettre le culot en suspension en remuant avec un fil métallique.
- Centrifuger à nouveau et retirer le surnageant comme précédemment.
- Placer le tube à l'étuve pendant 5h en l'inclinant vers l'horizontal.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur avant de peser.

I.4.4.4. Expression des résultats

La solubilité d'un lait sec est donnée par la formule :

$$S=100((m_1 - m_0)\ 100/2,5)$$

Où

m_1 : représente la masse, en grammes, du tube cylindro-conique et de son contenu après l'opération.

m_0 : représente la masse, en grammes, du tube cylindro-conique vide.

I.5. Analyses statistiques

Le logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version PRO10 est utilisé pour l'analyse des résultats obtenus. Des études statistiques descriptives ont permis d'avoir des résultats sous forme de moyennes, d'écart-types, de maxima, de minima et de coefficients de variation.

L'étude de la similarité des moyennes obtenues pour les quatre marques de lait dans chaque type d'analyse physico-chimique a été rendue possible grâce à l'utilisation d'un test statistique, le test ANOVA. Le seuil de signification est estimé à 5%.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. RESULTATS

II.1.1. ETIQUETAGE ET POIDS DES SACHETS

II.1.1.1 Etiquetage

Tableau XXI: Mentions obligatoires ou facultatifs

MENTIONS		ECHANTILLONS			
		L1	**L2**	**L3**	**L4**
Obligatoires	Nom du produit	+	+	+	+
	Nom et adresse du fabricant	+	+	+	+
	Poids net	+	+	+	+
	Date de péremption	±	+	+	+
	Mode d'utilisation	+	+	+	+
	Numéro du lot	+	+	+	+
	Teneur en eau	-	+	-	-
	Matière Grasse	+	+	+	-
Facultatifs	Nom de marque	+	+	+	+
	Code barre	-	+	+	+

(+) : la mention est indiquée

(-) : la mention n'est pas indiquée

(±) : la mention n'est pas lisible.

Tableau XXII: Poids des sachets des laits secs

Poids net (PN)		Moyenne	Signification
Echantillon	« L1 »	25,294	0,000
	« L2 »	25,26	
	« L3 »	24,107	
	« L4 »	26,094	

II.1.2. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Tableau XXIII: Caractéristiques physico-chimiques des laits secs « L1 »

	Humidité	Acidité Dornic	pH	Solubilité
Nombre d'échantillon	25	25	25	25
Minimum	1	1,01	6,4	97,63
Maximum	8,46	1,65	6,91	98,72
Moyenne	4,6295	1,2436	6,720	98,50
Ecart type	1,9972	0,110	0,129	0,612

Tableau XXIV: Caractéristiques physico-chimiques des laits secs « L2 »

	Humidité	Acidité Dornic	pH	Solubilité
Nombre d'échantillon	25	25	25	25
Minimum	1	1,05	6,5	95,73
Maximum	7,92	1,55	6,9	96,64
Moyenne	4,154	1,274	6,752	96,64
Ecart type	2,10	0,151	0,119	0,523

Tableau XXV: Caractéristiques physico-chimique des laits secs « L3 »

	Humidité	Acidité Dornic	pH	Solubilité
Nombre d'échantillon	25	25	25	25
Minimum	1,50	1,25	6,40	97,02
Maximum	6,47	2,1	7	97,83
Moyenne	4,294	1,517	6,736	97,72
Ecart type	1,393	0,174	0,138	0,572

Tableau XXVI: Caractéristiques physico-chimiques des laits secs « L4 »

	Humidité	Acidité Dornic	pH	Solubilité
Nombre d'échantillon	25	25	25	25
Minimum	0,5	1	6,6	99,01
Maximum	8,91	1,75	7	99,78
Moyenne	3,663	1,134	6,752	99,56
Ecart type	1,945	0,142	0,122	0,516

II.1.3. ETUDE COMPARATIVE DES LAITS SECS

Tableau XXVII: Valeurs de différentes caractéristiques des groupes de laits

Lot		Humidité	Acidité Dornic	pH	Solubilité	Signification
«L1»	Moyenne	4,629	1,243	6,721	98,81	0,365
	Echantillon	25	25	25	25	
	Ecart type	1,992	0,113	0,132	0,612	
« L2 »	Moyenne	4,288	1,261	6,747	96,64	0,853
	Echantillon	25	25	25	25	
	Ecart type	2,145	0,146	0,12	0,523	
« L3 »	Moyenne	4,223	1,518	6,737	97,84	0,856
	Echantillon	25	25	25	25	
	Ecart type	1,376	0,177	0,14	0,572	
« L4 »	Moyenne	3,615	1,137	6,752	99,36	0,000
	Echantillon	25	25	25	25	
	Ecart type	2,024	0,148	0,127	0,516	

II.2. DISCUSSION

II.2.1. ETIQUETAGE ET POIDS:

II.2.1.1. Etiquette

Les mentions de l'étiquette des conditionnements de laits secs exigées par la norme NS 03-001 sont souvent non conformes.

Des mentions obligatoires, sont omises ; comme l'indique le **tableau VII**. C'est le cas du code à barres qui ne figure pas et de la date de péremption qui n'est pas lisible sur les étiquettes de la marque « L1 ».

Mais les échantillons « L2, L3 et L4 » ont sur leur étiquettes un code à barre qui le joue le même rôle que le numéro de lot afin de faciliter la traçabilité de ces produits. Il permet de retrouver le produit sur le marché en cas de problèmes ou de plaintes des consommateurs ou de suivre le produit durant tout son cycle.

Cela suppose une distribution préalable de la production en différents lots distincts et d'utiliser un code d'identification claire permettant de retrouver facilement le produit sur le marché.

Les consommateurs et les contrôleurs gagneront en temps et en facilité de lecture si la date de péremption était indiquée de façon indélébile dont la couleur contraste avec celle de l'étiquette et placée à un endroit apparent de cette dernière.

Le **tableau VII**, montre que la teneur en eau ou d'humidité est aussi omise au niveau des échantillons « L1, L3 et L4 ».

Ces marques seraient plus conformes à la réglementation si la composition en général et la teneur en eau en particulier, ainsi que la date de péremption, étaient indiquées sur l'étiquette.

II.2.2. Pesées

Pour les pesées, la moyenne montre que la majeure partie des sachets ont des poids identiques au poids net indiqué sur l'étiquette. C'est le cas de « L1, L2 et L4 », mis à part « L3 » dont le poids est nettement inférieur au poids net indiqué sur l'étiquette d'après le **tableau VIII**. Cela peut s'expliquer soit par une erreur de pesée lors du conditionnement, soit par une tentative de récupération des pertes en faisant face aux charges de marketing. Comme l'a constaté **TOURE**, après ses investigations, les sachets de laits secs destinés à fins de marketing ont un surplus de poids par rapport à ceux trouvés sur le marché.

II.2.3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET CHIMIQUES DES LAITS SECS :

L'analyse de 100 échantillons de lait en poudre, dont 25 échantillons pour chaque marque, a donné des résultats plus ou moins satisfaisants pour les caractéristiques physico-chimiques et chimiques.

Les caractéristiques physico-chimiques étudiées et fixées par la norme NS 03-001 sont respectées par les quatre marques.

II.**2.3.1. Le pH**

La moyenne obtenue pour les échantillons respectivement « L1, L2, L3 et L4 » est de 6,72 ; 6,75 ; 6,73 et 6,75 C'est un qui se trouve dans la fourchette tolérée par la norme sénégalaise **(25).**

Les mesures faites par **DIALLO, (1995)** pour le lait liquide se trouvent entre 6,6 et 6,8.

II.2.3.2. L’acidité Dornic

L’acidité Dornic est conforme car aucune des valeurs n’atteint la limite maximale fixée par la norme de 18°D. Les moyennes sont respectivement 1.243 ; 1,274 ; 1,517 et 1,134 pour les échantillons « L1, L2, L3 et L4 ».

Ces valeurs d’acidité montrent que le lait cru utilisé pour la fabrication des laits secs avaient un taux d’acide lactique qui ne doit pas excéder 18°D.

L’excès d’acide lactique peut être à l’origine de l’instabilité thermique des laits crus, donc ces derniers ne seront pas capables de subir un traitement thermique.

II.2.3.3. L’humidité

Le **tableau XIII**, montre que les moyennes obtenues sont respectivement 4,62% ; 4,18% ; 4,29% et 3,66% pour les échantillons « L1, L2, L3 et L4 ».

Le taux d’humidité est fixé à 3%pour les laits entiers et 4%pour les laits écrémés. La majeure partie des échantillons révèle un taux compris entre 4 et 5%. Donc le taux d’humidité normal est légèrement dépassé, ce taux est fixé par la norme NS 03-001**(24).**

Cela peut s’expliquer soit, par l’exposition (même à courte durée) à l’air atmosphérique pendant le reconditionnement de ces poudres importées soit en cours du stockage avant ce reconditionnement et la vente.

Selon **LEDERER** cité par **NDIAYE (20)**, une bonne conservation du lait en poudre se fait à l’abri de l’humidité et de l’air, à une température inférieure à 30°C. Ce qui permet d’empêcher une baisse de la valeur biologique.

Il ya une possibilité qui n’est pas souhaitée, si le sachet est en mauvais état et laisse passer l’humidité atmosphérique ; dans ce cas la stabilité des caractéristiques n’est pas garantie, le produit de bonne qualité au départ tend vers un produit de mauvaise qualité du point de vue physico-chimique, organoleptique et même microbiologique.

En effet, les résultats obtenus par **TOURE(28)** donnant des taux de contamination anormaux avec des taux d’humidité dépassant la limite a une grande influence sur le développement des microorganismes.

Pour chaque microorganismes il ya une activité optimale de l'eau de son milieu pour sa croissance.

D'après **RICHARD et al.**, (**1983**) l'allure de la croissance d'un microorganisme dépend de la disponibilité de l'eau dans son milieu, c'est-à-dire de l'activité de l'eau.

II.2.3.4. La Solubilité

Les moyennes respectivement de 97,84% et 96,64% données par les échantillons « L3 et L2 » sont en dessous de la norme. Néanmoins le **tableau XIII** montre que les moyennes respectivement de 98,5% et 99,36% pour les échantillons « L1 et L4 » sont au dessus des valeurs fixées par la norme qui se trouvent entre 98 et 99%.

La solubilité est un critère déterminant pour la valeur marchande du lait en poudre. Avec la dispersibilité et la mouillabilité, la solubilité constituent les propriétés essentielles pour la reconstitution du lait liquide **(**Selon **EECKHOUTTE).**

II.3.4. ETUDE COMPARATIVE DES QUATRE MARQUES DE LAITS SECS :

Tableau XXVIII: Différentes marques de laits secs

Caractères organoleptiques	Marques de laits secs			
	L1	L2	L3	L4
Couleur	blanche	Blanche	Jaune	jaune
Odeur	faible	Faible	Faible	faible
Saveur	douce	Douce	±sucrée	Douce ±sucrée
Texture	Pas de grumeaux	Grumeleux	Grumeleux	Pas de grumeaux

Bien qu'il y ait beaucoup de similarité entre les valeurs trouvées au niveau des analyses de ces quatre marques de laits secs ; il y'a une différence de caractère très important qui joue un rôle déterminant dans l'appréciation de la qualité marchande des produits. C'est le cas de la solubilité qui est ici le principal caractère physico-chimique qui sépare ces produits.

L'analyse statistique des résultats a donné des valeurs de signification supérieure à 5% avec 0,365 pour l'humidité, 0.853 pour l'acidité dornic, 0,856 pour le pH. Seule la solubilité fait exception à la règle avec une signification nulle, donc inférieure à 5% **(Tableau XIII)**.

Il ya une différence significative entre les quatre marques da laits secs. Du point de vue de la solubilité la L4 est beaucoup plus soluble et mouillable par rapport aux autres **(Tableau XIII)**.

D'après cette analyse nous pouvons dire que la marque L4 est de meilleure qualité physico-chimique car avec une bonne solubilité, nous aurons une bonne reconstitution du lait liquide, ce qui augmente la qualité marchande du produit.

Pour mettre sur le marché les laits secs micro conditionnés de bonne qualité microbiologique, il est indispensable pour les reconditionneurs de respecter les règles assurant une bonne qualité hygiénique et le maintien des qualités organoleptiques du produit.

Pour cela, l'application d'un code de bonne pratique de fabrication et de conditionnement est nécessaire.

De bonnes méthodes de fabrication bien adaptées aux produits, de soins particuliers (méthodes de nettoyage et désinfection bien étudiées), un équipement des locaux bien adaptés doivent permettre de répondre aux objectifs visés.

CONCLUSION

Le lait quelque soit sa forme d'utilisation, représente pour l'homme une excellente denrée dont les vertus ne constituent plus de secrets pour le grand public.

Le lait de vache, le plus utilisé pour la fabrication du lait en poudre, est un complément alimentaire majeur pour les enfants et les femmes, de par son apport en énergie, en protéines et en calcium. Son importance nutritionnelle n'est plus à démontrer car c'est un aliment parfaitement équilibré. Il peut remplacer la viande et l'œuf.

Les produits laitiers à l'état liquide dominaient les importations dans les années 60. De nos jours, ce sont les laits en poudre qui occupent la première place.

Au Sénégal, la production laitière ne satisfait pas la demande qui ne cesse d'accroitre. Pour couvrir les besoins de la population, environ 40.000 tonnes de lait en poudre sont importées chaque année, dont une partie est reconditionnée.

Le marché sénégalais du micro-conditionnement de lait sec a longtemps été occupé par les commerçants détaillants, qui achètent le lait en poudre en sac de 25 kilogrammes et font le reconditionnement dans les petits sachets en plastique.

Ces dernières années, la détérioration du pouvoir d'achat d'une tranche importante de la population Sénégalaise a entraîné un développement exponentiel du micro-commerce, des denrées alimentaires de première nécessité.

Les produits laitiers en général et la poudre de lait en particulier ne font pas exception.

A Dakar, l'urbanisation galopante est à l'origine d'une modification des habitudes alimentaires. C'est ainsi que le lait est devenu une denrée incontournable au petit déjeuner et s'est presque substitué aux céréales locales largement utilisées dans les zones rurales.

C'est pourquoi il a été constaté, l'apparition sur le marché Dakarois plus particulièrement, de nombreuses marques de lait en poudre micro-conditionné (« HalibND », « VitalaitND », « SofiaND », « LaicranND », « BaralaitND », …).

Ces différents produits sont soit reconditionnés par des structures industrielles ou de petites et moyennes entreprises Sénégalaises, soit importés des pays de la zone U.E.M.O.A. (Côte d'Ivoire).

La présente étude a pour objectif, de juger de la conformité de ces produits (du moins du plus représentatif sur le marché Dakarois) aux dispositions de la norme sénégalaise (NS 03-001).

L'étude de l'étiquetage a révélé des omissions de mentions obligatoires et facultatives sur les étiquettes des marques étudiées.

La pesée de tous les sachets analysés, a montré qu'une marque de lait avait un poids inférieur à celui marqué sur l'étiquette.

Les analyses physico-chimiques ont donné des résultats satisfaisants, sauf pour l'humidité où on trouve des résultats qui dépassent légèrement la limite fixée par la norme.

Et également nous avons constaté une différence significative sur le paramètre de la solubilité, où la marque « L4 » est beaucoup plus soluble que les autres.

La comparaison faite des quatre marques de laits secs étudiés donne une meilleure qualité au produit le plus cher. Ce qui est logique si on considère le rapport qualité-prix.

Le respect des exigences de la norme d'étiquetage permet de retrouver le produit sur le marché, en cas de problèmes, ou de plaintes des consommateurs et également de suivre le produit durant tout son cycle.

La date de péremption doit être indiquée de façon indélébile. Sa couleur doit être en contraste avec celle de l'étiquette lorsque le produit est placé à un endroit apparent.

Les résultats obtenus doivent inciter les conditionneurs à respecter rigoureusement un code de bonnes pratiques de conditionnement.

Ils exigent également une vigilance accrue de la part des autorités chargées du contrôle officiel.

Le travail serait plus complet, s'il avait pris en compte l'étude de la stabilité des produits sur une longue durée (jusqu'au moins la date de péremption) pour évaluer la qualité du produit et les risques de détérioration des caractères

physico-chimiques s'il dure sur le marché. Ainsi, également une étude des analyses microbiologiques.

Il y'a aussi l'étude qualitative des différents constituants des laits, dont principalement la matière grasse.

En effet, les laits secs commercialisés dans les pays sous développés sont souvent des sous produits d'industries laitières réengraissées par de la matière grasse végétale (huile d'arachide, coton, coco,…) ou animale (suif).

En définitive, nous suggérons pour le développement de la filière lait au Sénégal la connaissance officielle de ce commerce, l'adoption et l'application d'une législation alimentaire sur le produit, l'éducation et l'information des vendeurs sur les mesures d'hygiène et de stockage, mettre en place un programme d'information concernant les vendeurs, consommateurs et autorités de la filière et enfin aux entreprises, de minimiser voire d'éviter le maximum d'air dans les sachets lors du conditionnement.

RECOMMANDATIONS

Au regard des résultats obtenus après des analyses physico-chimiques et chimiques voire des tests organoleptiques des quatre marques de laits secs micro-conditionnés au Sénégal, un certain nombre de recommandations mérite d'être faites afin d'améliorer la qualité sanitaire de ce produit.

Compte tenu de l'importance économique et nutritionnelle du lait, et des risques d'intoxication qu'il peut causer par la présence des germes pathogènes, la connaissance officielle de ce commerce doit être faite le plus rapidement possible. Cela devrait s'accompagner par l'adoption et l'application d'une législation alimentaire sur le produit.

Il faudra mettre l'accent sur les volets très importants que sont l'information et l'éducation de vendeurs sur le stockage, le délai de la date limite de consommation.

Faire savoir aux vendeurs qu'ils peuvent être source de dangers ainsi que de la mauvaise qualité si les principes d'hygiènes ne sont pas respectés.

Ces programmes d'information et d'éducation concerneront aussi bien les vendeurs que les consommateurs et les autorités.

Une formation élémentaire en hygiène alimentaire des vendeurs doit être entreprise. Il faudra un accent particulier sur l'hygiène du vendeur, du fabricant et du matériel car, ils sont pour la plupart responsables de la contamination.

Les vendeurs doivent savoir que le respect de certains principes d'hygiène peut conduire à une amélioration de la salubrité de leurs aliments.

Nous suggérons aux entreprises, de minimiser voire d'éviter le maximum d'air dans les sachets lors du conditionnement.

Les vendeurs doivent donc stocker le produit dans un lieu propre, salubre et lutter contre les vermines.

Il faut donc nettoyer et désinfecter les locaux de stockage.

REFERENCES BIBLIGRAPHIQUES

1- AFNOR, 1994
Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur la voie publique de Dakar :
Norme NF- V08-057-1 Novembre

2- ALAIS Ch., 1984
Sciences du lait :
Principes des techniques laitières.- Paris : Ed. SEPAIC.- 814p.

3- AMARIGLIO S., 1986
Contrôle de qualité des produits laitiers.-3ème éd.-Paris :
AFNOR.- 1030p.

4- BOCKIAN A. H.; STEWART G. F. et TAPPEL A. L., 1957
Factors affecting the dispersibility of
« Instant dissolving » dry milks. *Food Research :* 75.

5- BOUDIER, J.F. et LUQUET F.M., 1981
Dictionnaire laitier.- 2ème éd.- Paris :
Technique et Documentation.- 220p.

6- BOURGEOIS C. M. et LEVEAU J. M., 1991
Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires :
Vol 3 : le contrôle microbiologique.-2ème éd.- Paris :
Apria.- 454p.-
(Sciences et technique agro-alimentaire)

7- BURE J. et JARROUSSE H., 1950
Essais français d'addition de poudre de lait au pain.
IXème congrès. Int. Industr. Agric., s.d.

8- CROSSLEY E. L., 1966
Le lait sec. Hygiène du lait.- Genève :
O.M.S.- 351p.

9- DIALLO M.D., 1995
Contribution à l'étude de la gestion de la qualité des produits laitiers à la SOCA : Proposition de mise en place d'un système d'Assurance Qualité.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 32.

10- DIOUF S., 1984
Contribution à l'étude du lait et des produits laitiers importés au Sénégal : Étude économique et hygiénique.
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 25.

11- EECKHOUTTE M.
Technique et inspection du lait et des produits laitiers.- Toulouse : E.N.V. de Toulouse – Chaire d'HIDAOA.- 184p.

12- F.A.O, 1995
Lait et produits dans la consommation humaine – lait de consommation[en ligne].
Accès internet : Http : / www.fao.org/ docrep/T4280/T4280 Fob.htm. (Page consultée le 09/11 /10).

13- F.A.O, 1972
Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.- Rome : F.A.O.- 94p.

14- International Commission or Microbiological Specification for Foods (I.C.M.S.F.)., 1980
Microbial Ecology of foods:
Vol 2: Food Commodities.- New York :
Academic Press.- 997p.

15- KING N., 1966
Dispersibility and reconstitutability of dried milk
3ème édition – Dairy Sci. Abstr., 105p.

16- KON S. K., 1995
Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.-
Rome : F.A.O.- XXI – 271p.

17- **L.Alvess de Oliveira**.L., 2006
Procédé par spray[en ligne]. Accès internet :
http:/ www.2.vet-lyon.fr/ens/nut/web Bromato/cours/spray.html.
(Page consultée le 09/11/10).

18- LARPENT J.P., 1996
Lait et produits laitiers non fermentés dans la microbiologie alimentaire.

tome1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.- 272p.

19- METTLER A. E., 1989

Pathogens in milk powders – have we learned the lessons ?

Journal of Society of Dairy Technology., **42** (2H.S.): 55

20- NDIAYE N.P., 2002
Contrôle de qualité de différentes marques de laits en poudre commercialisés au Sénégal.
Thèse : Pharm.: Dakar ; 95.

21- Programme Mixte F.A.O./O.M.S., 2000
Codex Alimentarius :
C.A., volume12 – Lait et produits laitiers.- Rome :
F.A.O. /O.M.S.- 136p.

22- RAINARD ; GIRARD et al, 1994
Recueil de Médecine Vétérinaire
The health sciences library University of California, Davis
Rec. Méd. Vét, **170** (Numéro spécial Juin/Juillet).

23- RICHARD D.; MOLARD; BIZOT H.et MULTON J. L., 1983
Science des aliments 2.- Paris :
INRA – Laboratoire de biophysique.- 394p.

24- SENEGAL : Chambre de Commerce, d'Industrie et d'Agriculture de Dakar, 1994
Recueil des textes régissant le commerce intérieur du Sénégal.
Volume II : Cellule d'Appui à l'Environnement des Entreprises.

25- SENEGAL Association Sénégalaise de Normalisation, 1982
Norme NS – 03.001 poudre de lait et autres laits secs.

26- SIMARD J., 1996
Physiologie de la digestion:
Guide de Bovins Laitiers
CPAQ – feuillet AQ048, AGDEX 410.07

27- THIOUNE A., 2002
Contribution à l'étude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques et chimiques de laits secs sur le marché dakarois.
Mémoire master: Productions animales : Dakar (E.I.S.M.V.) ; 6.

28- TOURE O., 2001
Contribution à l'étude de la qualité des laits secs micro-conditionnés commercialisés sur le marché dakarois.
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 14.

29- TROESCH H.A.et WILCK G., 1962
Einfluss physikalischer Eingenschaften des Magermilch-Pulvers auf Dessen Disper-gierbarkeit. *Milchwissenschaft* : 132-136

30- VEISSEYRE R., 1979
Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition ; Paris :
La Maison Rustique.- 714p.

31- VIGNOLA C., 2002
Sciences et technologie du lait :
Transformation du lait. Montréal : presses internationales polytechnique.- 600p.

WEBOGRAPHIE

32- http : // www.longuevergne.free.fr/le.lait.html différence des procédés.

(Page consultée le 15/09/10).

33-http:// www.agroscope.admin.ch. (Page consultée le 09/10/10).

34-http:// www.larousse.fr/ encyclopédie. (Page consultée le 09/10/10).

35-http:// www.lept.fr/achialites-ste/lait-frelate. (Page consultée le 09/11/10).

36-http:// www.vet-lyon.fr/ens/nut/web bromato/cours/spray.html.

(Page consultée le (09/08/10).

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT. Fondateur de l'Enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je le jure devant mes Maîtres et mes Aînés :

- D'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- D'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- De prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- De ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

« QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENT QUE JE ME PARJURE. »

LE (LA) CANDIDAT (E)

VU
LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR

VU
LE PROFESSEUR RESPONSABLE
DE L'ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR

VU
LE DOYEN
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE
DE L'UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
DE DAKAR

LE PRESIDENT
DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER______________
DAKAR, LE_______________________________

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE
DE L'UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
DE DAKAR